



SKRIPSI - ME141501

**SIMULASI RESPON GERAK PONTON TRIMARAN
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT**

**RINDU FAJAR KUSUMA
NRP 0421144000022**

**Dosen Pembimbing
Irfan Syarif Arief, ST., MT.
Achmad Baidowi, ST., MT.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



SKRIPSI – ME 141502

**SIMULASI RESPON GERAK PONTON TRIMARAN UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT**

RINDU FAJAR KUSUMA
NRP. 04211440000022

Dosen Pembimbing
Irfan Syarif Arief, S.T., M.T.
Achmad Baidowi, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS – ME 141502

***SIMULATION OF RESPONSE TO PONTON TRIMARAN
FOR OCEAN WAVE ENERGY CONVERTER***

RINDU FAJAR KUSUMA
NRP. 04211440000022

Supervisor:

Irfan Syarif Arief, S.T., M.T.

Achmad Baidowi, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI RESPON GERAK PONTON TRIMARAN PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RINDU FAJAR KUSUMA

NRP 0421 14 4000 0022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Irfan Syarif Arief, S.T., M.T.
NIP. 1969 1225 1997 02 1001
2. Achmad Baidowi, S.T., M.T.
NIP.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

SIMULASI RESPON GERAK PONTON TRIMARAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Marine Manufacturing & Design (MMD)*
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RINDU FAJAR KUSUMA
NRP 0421 14 40 000022

Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SIMULASI RESPON GERAK PONTON TRIMARAN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT

Nama: Rindu Fajar Kusuma

NRP: 04211440000022

Dosen Pembimbing 1: Irfan Syarif Arief, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing 2: Achmad Baidowi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Seiring bertambahnya permintaan energi, khususnya energi listrik, berdampak pada bertambahnya ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Potensi energi hidro (laut) merupakan salah satu sumber energy terbarukan yang potensial di Indonesia (Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2013). Akan tetapi, kondisi laut merupakan kondisi yang dinamis dengan gelombang yang berubah-ubah. Oleh karena itu, respon gerak bangunan apung perlu diketahui sebelum pemasangan pembangkit listrik dilakukan. Respon gerak menghasilkan data Response Amplitude Operator (RAO). Penelitian yang dikerjakan penulis, yaitu melakukan analisa Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan bentuk ponton terdiri dari 3 buah silinder, satu silinder besar dan dua buah silinder kecil sebagai penyeimbang. Variasi yang dibuat pada penelitian ini adalah variasi periode gelombang yaitu 4 detik, 6 detik, dan 8 detik. Simulasi dilakukan dengan *software* MOSES. Berdasarkan hasil simulasi, *Roll* terbesar terjadi pada perioder 6 detik. *Heave* terbesar terjadi pada periode 4 detik. Hubungan antara pertambahan nilai periode gelombang berbanding terbalik dengan nilai *heave* dari benda. Gerakan *surge* dengan perpindahan terbesar adalah periode 8 detik. RAO tertinggi berada pada mode gerak *surge* heading 90° dan nilai RAO terendah berada pada heading 45°. RAO pada mode gerak *heave*, nilai RAO pada semua variasi heading menurun hingga frekuensi 0,14 sampai 0,18 Hz. RAO pada mode gerak *roll* terlihat respon RAO mengalami penurunan nilai pada frekuensi 0,06 Hz sampai 0,07 Hz.

Kata kunci: gelombang laut, energi alternatif, PLTGL, ponton, MOSES

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SIMULATION OF RESPONSE TO TRIMARAN PONTON FOR OCEAN WAVE ENERGY CONVERTER

Name: Rindu Fajar Kusuma

NRP: 04211440000022

Supervisor 1: Irfan Syarif Arief, S.T., M.T.

Supervisor 2: Achmad Baidowi, S.T., M.T.

ABSTRACT

By the increasing demand for energy, especially electrical energy, affects the increased energy to fossil energy. The potential of hydro energy is one of potential renewable energy in Indonesia (Directorate General of New Renewable Energy and Energy Conservation, 2013). However, ocean conditions are dynamic conditions with varying waves. Therefore, a motion response is required before the power plant starts. The motion response produces Response Amplitude Operator (RAO) data. Research done by writer, that is analysis of Marine Wave Power Generation (PLTGL) with pontoons consist of 3 cylinders, one big cylinder and two small cylinders as balancing. Variations made in this study is the wave period that is 4 seconds, 6 seconds, and 8 seconds. The simulation is done with MOSES software. Based on the results of the simulation, the largest roll occurs in a period of 6 seconds. The biggest heave happens in a 4 second period. The relationship between the increment values of the alternating period is reversed by the heave value of the object. The motion with the largest displacement is a period of 8 seconds. RAO is positioned exactly on the 90° surge heading motion mode and the lowest RAO value at position 45°. RAO in heave motion mode, the RAO value at each heading leading down to a frequency of 0.14 to 0.18 Hz.

Keywords: sea waves, alternative energy, PLTGL, pontoon, MOSES

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat, rejeki dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir dengan judul “Simulasi Respon Gerak Ponton Trimaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang” ini turut dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Orang tua dari penulis yaitu (Alm) Bapak Kabul Aris Budi dan Ibu Minarni yang bimbingan dan doanya selalu mengalir untuk penulis. Juga untuk kakak dan adik penulis, Mas Ivan dan Dek Galih, yang selalu menyayangi, melindungi, dan menguatkan.
2. Orang tua asuh penulis yaitu Bapak Sabariyadi dan Ibu Rukiyati yang sudah menyayangi penulis seperti putrinya sendiri.
3. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.
4. Irfan Syarif Arief, ST., MT. dan Achmad Baidowi, ST., MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberi arahan, bimbingan, saran, dan memotivasi kepada penulis.
5. Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil. selaku dosen wali yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis sejak mahasiswa baru.
6. Seluruh staff dan member Lab Marine Manufacturing and Design (MMD) yang selalu menyemangati dan menemani hari-hari penulis, khususnya untuk Favi, Ara, Sasmita, Alvis, Desta, dan Memet.
7. Sahabat MERCUSUAR 2014, FTK ITS 2014, alumni serta teman-teman dari departemen lain.
8. Seseorang yang mengajarkan bahwa hidup adalah pilihan, mimpi harus dimiliki, dijaga oleh harapan, diwujudkan dengan usaha dan doa serta restu Tuhan. Selamat menghidupi mimpi dan cita-cita muliamu disana.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangatlah dibutuhkan untuk tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat untuk para pembaca.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
2.1 Potensi Energi Laut	3
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang	4
2.2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut di Indonesia	4
2.3 Gelombang Laut	6
2.4 Jenis Gelombang	7
2.5 Spektrum Gelombang.....	8
2.5.1 JONSWAP.....	8
2.5.2 Bretschneider (ITTC two parameter spectrum).....	9
2.6 <i>Heading</i>	9
2.7 Teori Dasar Gerakan Bangunan Laut	10

2.8	Teori Stabilitas dan Keseimbangan	10
2.9	<i>Response Amplitude Operator</i>	15
2.10	MOSES	16
BAB III METODOLOGI		17
3.1	Identifikasi Masalah	18
3.2	Studi Literatur	18
3.3	Pembuatan Model Pengembangan dari Penelitian Sebelumnya.....	18
3.4	<i>Pre-processing</i>	20
3.4.1	Trimesh	20
3.4.2	<i>Generate Trimesh Analysis</i>	21
3.4.3	Input Parameter	21
3.4.4	Mass Distribution	21
3.5	Simulasi	21
3.6	Analisis Data	22
3.7	Kesimpulan	22
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		23
4.1	<i>Motion</i>	23
4.1.1	Motion pada Kondisi <i>Surge</i>	23
4.1.2	Motion pada Kondisi <i>Heave</i>	24
4.1.3	Motion pada Kondisi <i>Roll</i>	25
4.2	<i>Response Amplitude Operator</i>	26
4.2.1	RAO pada <i>Heading</i> 0°	26
4.2.2	RAO pada <i>Heading</i> 45°	28
4.2.3	RAO pada <i>Heading</i> 90°	30
4.2.4	RAO pada <i>Heading</i> 135°	32
4.2.5	RAO pada <i>Heading</i> 180°	34
4.2.6	Perbandingan nilai RAO	36

BAB V KESIMPULAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sebaran potensi energi gelombang di dunia	3
Gambar 2. Pembentukan Gelombang Laut.....	6
Gambar 3. Spektrum tunggal karakteristik gelombang regular.....	7
Gambar 4. Gelombang <i>irregular</i>	7
Gambar 5. Spektrum gelombang	8
Gambar 6. <i>Six degree of freedom</i> (SDOF) pada kapal	10
Gambar 7. Tiga kondisi kestabilan	11
Gambar 8. Contoh titik berat sebuah benda terapung	11
Gambar 9. Letak titik berat di air	12
Gambar 10. Letak titik metacenter	12
Gambar 11. Ukuran-ukuran yang di gunakan dalam perhitungan stabilitas	13
Gambar 12. Tiga kondisi kesetimbangan	14
Gambar 13. Bentuk Umum Grafik Respon Gerakan Bangunan Apung.....	16
Gambar 14. <i>Flowchart</i> Metodologi	17
Gambar 15. Pemodelan dari Penelitian Sebelumnya.....	18
Gambar 16. Model Ponton	19
Gambar 17. Pengaturan <i>Trimesh</i>	20
Gambar 18. Hasil <i>Trimesh</i>	20
Gambar 19. Input jari-jari girasi	21
Gambar 20. Pergerakan translasional sumbu x (<i>surge</i>).....	23
Gambar 21. Pergerakan translasional sumbu z (<i>heave</i>).....	24
Gambar 22. Pergerakan rotasional sumbu x (<i>roll</i>)	25
Gambar 23. Surge RAO <i>Heading</i> 0°	26
Gambar 24. Heave RAO <i>Heading</i> 0°	26
Gambar 25. Roll RAO <i>Heading</i> 0°.....	27
Gambar 26. Surge RAO <i>Heading</i> 45°	28
Gambar 27. Heave RAO <i>Heading</i> 45°	28
Gambar 28. Roll RAO <i>Heading</i> 45°.....	29
Gambar 29. Surge RAO <i>Heading</i> 90°	30
Gambar 30. Heave RAO <i>Heading</i> 90°	30
Gambar 31. Roll RAO <i>Heading</i> 90°	31
Gambar 32. Surge RAO <i>Heading</i> 135°	32
Gambar 33. Heave RAO <i>Heading</i> 135°	32
Gambar 34. Roll RAO <i>Heading</i> 135°	33

Gambar 35. Surge RAO <i>Heading</i> 180°	34
Gambar 36. Heave RAO <i>Heading</i> 180°	34
Gambar 37. Roll RAO <i>Heading</i> 180°	35
Gambar 38. Perbandingan RAO mode Surge.....	36
Gambar 39. Perbandingan RAO mode Heave.....	37
Gambar 40. Perbandingan RAO mode Roll	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Histori Penelitian PLTGL-SB	5
Tabel 2. Geometri Model.....	19
Tabel 3. Hasil Simulasi <i>Surge Motion</i>	24
Tabel 4. Hasil Simulasi <i>Heave Motion</i>	25
Tabel 5. Hasil Simulas <i>Roll Motion</i>	25

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bertambahnya permintaan energi, khususnya energi listrik, berdampak pada bertambahnya ketergantungan terhadap sumber energi fosil (Indonesia Energy Outlook, 2014). Hal tersebut mengakibatkan bertambahnya *greenhouse effect* yang menyebabkan kenaikan suhu bumi dengan cepat dan merebaknya permasalahan lain berkaitan dengan kontrol terhadap kepemilikan daerah penghasil sumber energi fosil. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, adanya energi alternatif sangatlah diperlukan beserta teknologi konversi energinya.

Potensi energi hidro (laut) merupakan salah satu sumber energy terbarukan yang potensial di Indonesia (Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2013). Terdapat tiga jenis sumber energi laut, yaitu energy panas laut, energy pasang surut, dan energy gelombang laut. Saat ini telah banyak dikembangkan teknologi konversi energy laut, seperti seperti *oscillating water coloum*, pendulum sistem yang di pasang di shoreline, *offshore wave dragon system*, *shelter duck system*, dan plamis *wave converter* (Rodrigues, 2010).

Di Indonesia, teknologi OWC dimulai pada tahun 2004 yang dibangun oleh BPPT khususnya BPDP (Balai Pengkajian Dinamika Pantai). Prototype OWC dibangun di pantai Parang Racung, Gunung Kidul. Selain OWC, teknologi lain yang lebih dulu adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut- Sistem Bandul (PLTGL-SB). Penelitian PLTGL-SB dimulai pada tahun 2002 oleh Zamrisyaf, seorang pegawai pusat penelitian dan pengembangan PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). Pembangkit listrik tenaga gelombang laut sistem bandul milik Zamrisyaf tersusun atas ponton dan sistem bandul dengan ukuran ponton L: 6m , B : 3 m, Tp : 1.5 s, dan D : 2 m dengan besar kemiringan sudut lambung ponton 450. Terdapat dua jenis bandul berdasarkan posisinya, yaitu pendulum diletakkan secara vertikal dan horizontal.

Selain itu, kondisi laut merupakan kondisi yang dinamis dengan gelombang yang berubah-ubah. Sehingga respon gerak bangunan apung perlu diketahui sebelum *converter* dipasang. Respon gerak bangunan laut menghasilkan data *Response Amplitude Operator* (RAO). Penelitian yang dikerjakan penulis, yaitu melakukan analisa PLTGL dengan bentuk ponton terdiri dari 3 buah silinder, satu silinder besar dan dua buah silinder kecil (jukung) sebagai penyeimbang. Variasi yang dibuat pada penelitian ini adalah variasi periode gelombang. Selanjutnya akan dianalisa pengaruh variasi tersebut terhadap respon gerakan ponton. Kemudian dilakukan pengambilan data yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang diatas, permasalahan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh perubahan periode gelombang terhadap olah gerak pada ponton PLTGL?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini yaitu :

1. Dimensi ponton yang diteliti yaitu ponton berbentuk silinder dengan cadik simetris di kedua sisi dan memiliki panjang yang sama dengan bentuk ponton utama dengan perbesaran sepuluh kali dari model awal.
2. Simulasi ini dilakukan dengan MOSES dan hanya meninjau 3 derajat kebebasan. Tiga derajat kebebasan dari ponton yaitu *heave*, *roll*, dan *surge*.
3. Faktor tambahan seperti angin diabaikan
4. Tidak menganalisa bagian generator.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah di atas, dapat diambil tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh perubahan periode gelombang terhadap olah gerak pada ponton PLTGL.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui respon gerak ponton
2. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Potensi Energi Laut

Energi merupakan salah satu sektor penting untuk menunjang aktifitas manusia. Penggunaan energi saat ini sebagian besar tergantung pada energi fosil. Namun penggunaan energi fosil tidak dapat berlangsung secara terus menerus karena terbatasnya ketersediaan energi fosil saat ini. Energi laut sebagai energi alternatif sangat diperlukan sebagai solusi menipisnya persediaan energi fosil di dunia. Energi laut dibagi menjadi sub sumber energi yaitu energi gelombang laut, energi arus laut, dan energi panas laut. Berikut ini merupakan sebaran potensi energi gelombang laut di berbagai wilayah di seluruh dunia:



Gambar 1. Sebaran potensi energi gelombang di dunia

(Enhancing Wave Energy Competitiveness through Co-Located Wind and Wave Energy Farms. A Review on the Shadow Effect, 2015)

Kekuatan gelombang bervariasi di setiap lokasi. Daerah samudera Indonesia sepanjang pantai selatan Jawa sampai Nusa Tenggara adalah lokasi yang memiliki potensi energi gelombang cukup besar berkisar antara 10 - 20 kW per meter gelombang. Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa energi gelombang di beberapa titik di Indonesia bisa mencapai 70 kW/m di beberapa lokasi. Pantai barat Pulau Sumatera bagian selatan dan pantai selatan Pulau Jawa bagian barat juga berpotensi memiliki energi gelombang laut sekitar 40 kW/m (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, 2016)

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang

Melihat potensi energi gelombang laut yang potensial maka diperlukan teknologi konversi untuk mengubah energi laut menjadi energi listrik. Alat untuk mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik disebut *Wave Energy Converter (WECs)*. Terdapat beberapa jenis teknologi konversi energi gelombang yang telah dikembangkan saat ini yaitu *submerged pressure differential*, *oscillating wave surge converter*, *overtopping device*, *oscillating water column*, dan lain-lain (Iglesias et al, 2013).

2.2.1 Penelitian Sebelumnya

Energi gelombang laut mulai dipelajari lebih dari 30 tahun yang lalu (Hongda Shi, 2014). Saat ini, teknologi energi konversi dari energi gelombang laut sudah diperluas, yaitu *oscillating water column*, *installed pendulum system in shoreline*, *shelter duck system*, dan *palmis water converter* (Rodrigues, 2010).

Perangkat energi gelombang laut seperti *Oscillating Water Columns (OWC)* mengubah pergerakan gelombang di kolom silinder udara untuk menghasilkan udara bertekanan dan lebih jauh lagi digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator listrik. OWC memiliki keuntungan karena memiliki bagian yang sedikit terendam di dalam air. Teknologi OWC juga memiliki kerugian karena dibatasi oleh kedalaman air sehingga tidak diperbolehkan untuk dipasang di laut dalam.

Studi kesesuaian OWC telah dilakukan oleh Shi et al (Hongda Shi, 2014) dengan pemodelan udara untuk mengoptimalkan skala ruang dan tekanan turbin sehingga menghasilkan efisiensi besar daya listrik (Hongda Shi, 2014). Teknologi lain yang diciptakan untuk menyelesaikan keterbatasan OWC adalah *floating disk*. Bangunan terapung pertama kali dipasang oleh Ocean University of China. Bangunan terdiri dari bagian bawah laut yaitu piston untuk mendapatkan gelombang laut dan bagian atas yaitu generator untuk mengubah pergerakan piston menjadi energi listrik (KS. Choi, 2012). Bangunan terapung tersebut menggunakan gerakan *heave* dari gelombang laut.

2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut di Indonesia

Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Bandul (PLTGL-SB) merupakan salah satu teknologi dari Indonesia karya Zamrisyaf dari Badan Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero). Studi pemodelan dan simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut-Sistem Bandulan (PLTGL – SB) dilakukan secara kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2010. Pembangkit listrik yang digagas Zamrisyaf dibuat dengan memanfaatkan tenaga gelombang laut dan sistem bandulan. Rancang bangunnya berbentuk ponton, sampan yang rendah dan lebar, yang ditempatkan mengapung di atas permukaan air laut.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Bandulan (PLTGL-SB) ini, gerakan air laut akan menggerakkan ponton sesuai dengan alur dan fluktuasi gelombang air laut. Gerakan ponton akibat fluktuasi gelombang laut itu akan membuat bandul-bandul yang ada di dalamnya ikut bergoyang seperti lonceng.

Gerakan bandul tersebut yang akan ditransmisikan menjadi gerakan putar untuk memutar dinamo. Dari situlah selanjutnya PLTGL-SB dapat menghasilkan listrik.

Gerakan ponton datar cenderung acak atau tidak beraturan diakibatkan oleh datangnya gelombang laut yang mengganggunya dan tidak beraturan pula. Pergerakan ponton datar yang acak ini mempengaruhi perputaran bandul yang berada di atasnya. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai dimensi ponton beserta konfigurasi pendulumnya agar dihasilkan daya yang besar. Tabel 1 menunjukkan riwayat penelitian PLTGL-SB mulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 1. Histori Penelitian PLTGL-SB

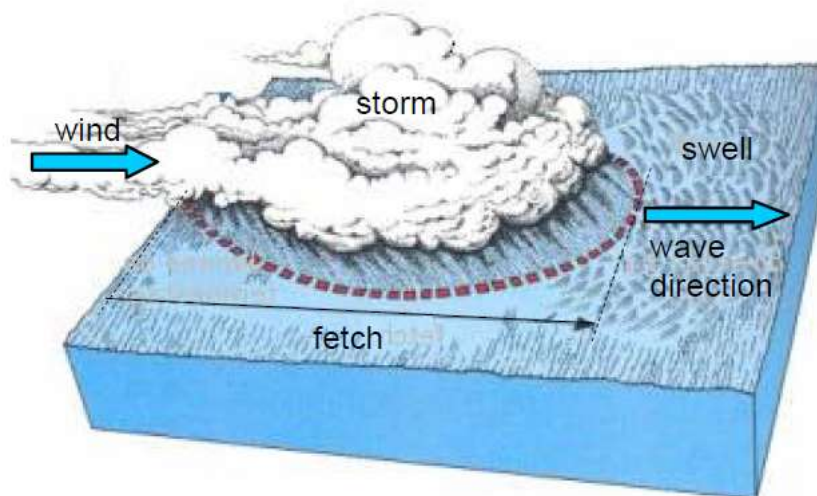
Tahun	Nama Peneliti	Judul Penelitian
2010	Zamrisyaf dkk	Studi Pemodelan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut – Sistem Bandulan (PLTGL – SB)
2013	Raudhotul Munawaroh	Kajian Ekperimen Gerakan Pendulum pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Bandulan pada Kondisi Uji On-Shore dan Off-Shore
2013	Muizzul Fadli Hidayat	Analisa Pengaruh Gerakan Bandul dengan Dua Pemberat dan Sudut yang Berbeda terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Bandulan (PLTGL-SB)
2013	Rudianto	Analisa Gerakan Pendulum dengan Bentuk Juring Lingkaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut-Sistem Bandulan pada Pengujian Offshore
2014	Mohammad Idrul Nafis	Analisa Perbandingan Gerakan Ponton Model Trippod Siku-Siku dengan Sama Kaki untuk Energi Gelombang Laut Sistem Bandulan

2015	Honey Rambu Anarki	Analisis Kinerja Bandul Vertikal Dengan Model Plat pada PLTGL-SB
2016	Yulia Safitri	ssAnalisa Respon Gerak Ponton dan Pendulum Vertikal pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut-Sistem Bandul (PLTGL-SB)
2016	Rodhiatul Isnaini	Analisis Karakteristik Pendulum pada PLTGL-SB

2.3 Gelombang Laut

Gelombang laut adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk sinusoidal. Gelombang laut bisa dibangkitkan oleh angin, gaya tarik matahari, dan bulan, letusan gunung berapi, atau gempa di laut, kapal yang bergerak, dan sebagainya. Besarnya gelombang laut tergantung dari intensitas, jangka waktu, dan jarak angin berhembus (fetch length).

Gelombang akan mereda sampai dengan beberapa hari terutama karena gaya gravitasi (Gravity Wave). Gelombang lancip dan kecil mereda karena mekanisme gelombang pecah disamping itu gelombang juga akan teredam oleh efek kekentalan. Gelombang yang mereda bergerak ke tempat yang sangat jauh sebagai gelombang panjang dan beraturan (Swell).

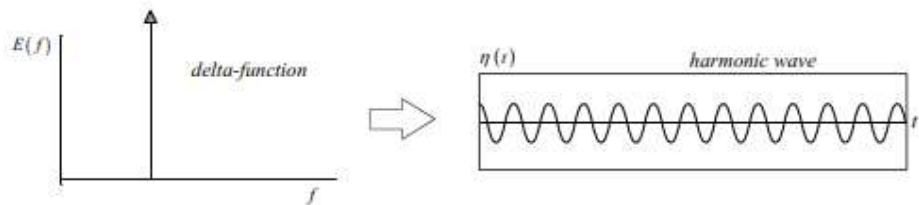


Gambar 2. Pembentukan Gelombang Laut
(Rodrigues, 2012)

2.4 Jenis Gelombang

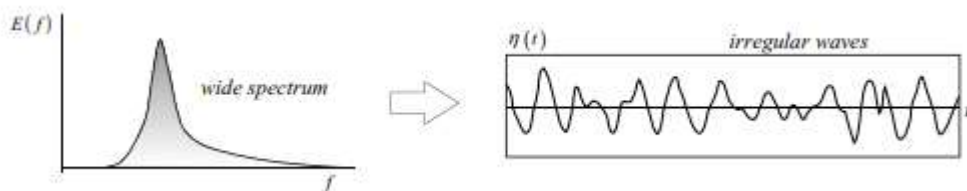
Gelombang regular merupakan gelombang dengan tinggi gelombang yang konstan, periode tunggal, sehingga gelombang ini juga mempunyai spectrum tunggal (Fatnata, 2009). Teori gelombang regular adalah pendekatan dari sebuah kenyataan dengan beberapa asumsi penyederhanaan dan idealisasi. Berikut ini adalah asumsi dasar teori gelombang:

- Fluida dianggap homogen
- Tekanan permukaan diabaikan
- Pressure di permukaan bebas dianggap konstan dan uniform
- Fluida dianggap ideal (tidak bisa ditekan/ inviscid dan incompressible)
- Gerakan partikel berdiri sendiri, tidak saling mengganggu dan bertubrukan selama bergerak
- Dasar laut dianggap datar, tetap impermeable, sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol



Gambar 3. Spektrum tunggal karakteristik gelombang regular
(Holthuijsen, 2007)

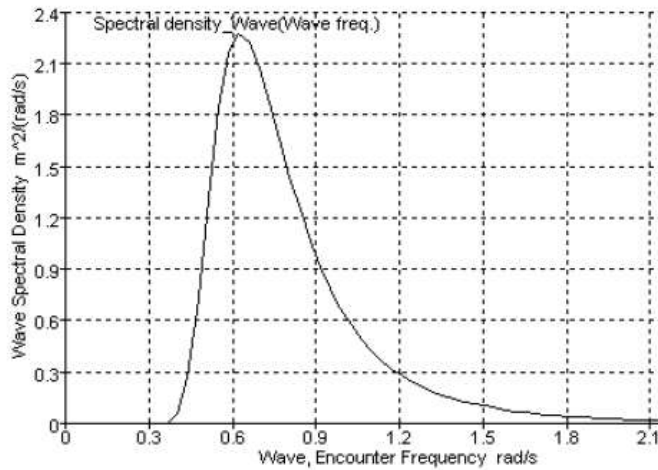
Sedangkan gelombang irregular merupakan gelombang superposisi dari beberapa gelombang regular yang mempunyai frekuensi dan tinggi gelombang berbeda. Gelombang laut mempunyai bentuk dan arah gerakan tak beraturan/acak (*random*).



Gambar 4. Gelombang irregular
(Holthuijsen, 2007)

2.5 Spektrum Gelombang

Gelombang laut yang tidak teratur biasanya digambarkan dalam bentuk spektrum gelombang. Ini menggambarkan distribusi energi gelombang sebagai fungsi dari frekuensi gelombang. Representasi domain frekuensi kontinyu menunjukkan variasi kerapatan daya dari gelombang dengan frekuensi dan dikenal sebagai *wave amplitude energy density spectrum*. Spektral ordinat diberikan simbol $S_{\zeta}(\omega)$ dimana ζ adalah rata-rata pengukuran amplitudo gelombang. Spektral ini menggambarkan kondisi laut yang penting untuk menentukan respon benda di laut. Spektrum gelombang yang umum ditunjukkan di bawah ini:



Gambar 5. Spektrum gelombang
(MOSES Motion Manual)

2.5.1 JONSWAP

Joint North Sea Wave Project (JONSWAP) spektrum sering digunakan untuk menggambarkan perairan pesisir di mana pengambilan data terbatas. Hal ini didasarkan pada spektrum ITTC. Secara umum kedua spektrum tidak mengandung energi yang sama untuk tinggi gelombang dan periode karakteristik yang signifikan, namun JONSWAP selalu memiliki puncak yang lebih tinggi dan lebih sempit daripada ITTC.

$$S_{JONSWAP\zeta}(\omega) = 0,658 S_{ITTC\zeta}(\omega)C(\omega) \quad (2.1)$$

dimana,

$$C(\omega) = 3.3 \uparrow \exp \left[\frac{-1}{2\sigma^2} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right)^2 \right] \quad (2.2)$$

dengan:

$$\begin{aligned}\sigma &= 0,07 \text{ untuk } \omega < \omega_0 ; \\ \sigma &= 0,09 \text{ untuk } \omega > \omega_0 ; \text{ dan} \\ \omega_0 &= \frac{2\pi}{T_0}\end{aligned}$$

2.5.2 Bretschneider (ITTC two parameter spectrum)

Bretschneider atau ITTC dua parameter spectrum didefinisikan dengan formula berikut:

$$S_{ITTC\zeta}(\omega) = \frac{A}{\omega^5} \exp\left(\frac{-B}{\omega^4}\right) \quad (2.3)$$

dimana,

$$A = 172,75 \frac{H_{char}^2}{T^4} \text{ dan } B = \frac{691}{\bar{T}^4}$$

Dua parameter yang dimaksud adalah tinggi gelombang (H_{char}) dan periode rata-rata (\bar{T}).

2.6 Heading

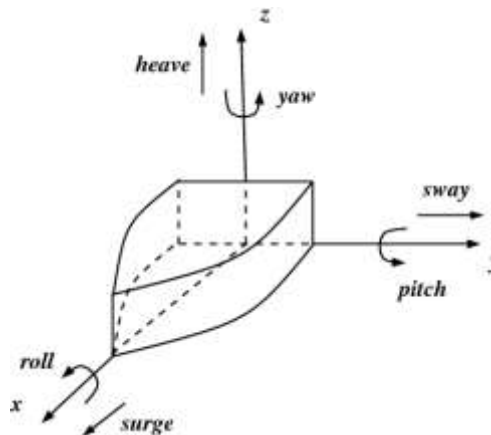
Pada kondisi *real*, sudut datangnya gelombang dapat terjadi pada derajat berapa pun. Terdapat beberapa istilah kondisi sudut gelombang yaitu,

- Following seas* (0°) yaitu arah gelombang searah dengan melajunya kapal
- Quarter seas* (45°) yaitu arah gelombang pada seperempat buritan
- Beam seas* (90°) yaitu arah gelombang tegak lurus terhadap badan kapal
- Bow seas* (135°) yaitu arah gelombang pada seperempat haluan
- Head seas* (180°) yaitu arah gelombang pada arah haluan

2.7 Teori Dasar Gerakan Bangunan Laut

Benda mengapung mempunyai 6 mode gerakan bebas (SDOF-*six degree of freedom*) yang terbagi menjadi dua macam, yaitu 3 mode gerakan translasional dan 3 mode gerakan rotasional. Keenam gerakan tersebut tercantum sebagai berikut:

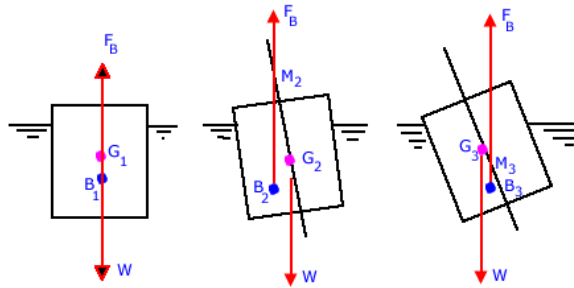
- Mode Gerakan Translasional
 - a. *Surge*, gerakan transversal arah sumbu x
 - b. *Sway*, gerakan transversal arah sumbu y
 - c. *Heave*, gerakan transversal arah sumbu z
- Mode Gerakan Rotasional
 - a. *Roll*, gerakan rotasional sumbu x
 - b. *Pitch*, gerakan rotasional sumbu y
 - c. *Yaw*, gerakan rotasional sumbu z



Gambar 6. *Six degree of freedom* (SDOF) pada kapal

2.8 Teori Stabilitas dan Kestimbangan

Sebuah benda yang berada pada posisi keseimbangan digeser ke suatu posisi baru, lalu mampu kembali ke posisi awal, benda tersebut disebut berada dalam keseimbangan stabil (*stable equilibrium*) dan kondisi tersebut disebut stabilitas positif terhadap acuan keseimbangan posisi awalnya. Apabila saat benda tersebut digerakkan dari posisi kesetimbangannya ke posisi baru dan kemudian tetap pada posisi baru tersebut, benda tersebut disebut dalam keseimbangan netral (*neutral equilibrium*), tetapi apabila suatu benda setelah digerakkan ke suatu posisi baru, benda tersebut terus bergerak semakin menjauhi posisi awalnya, maka keseimbangan benda tersebut dikatakan keseimbangan labil (*unstable equilibrium*) dan kondisi ini dikategorikan sebagai stabilitas negatif terhadap acuan posisi awalnya.

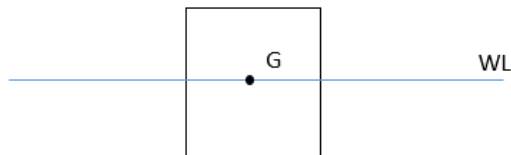


Gambar 7. Tiga kondisi kestabilan

Pada struktur terapung akan terdapat dua buah gaya vertikal yang bekerja, yakni gaya apung (*buoyancy*) yang mengarah ke atas dan berat struktur itu sendiri yang mengarah kebawah.

- Titik Berat (*Center of Gravity, G*)

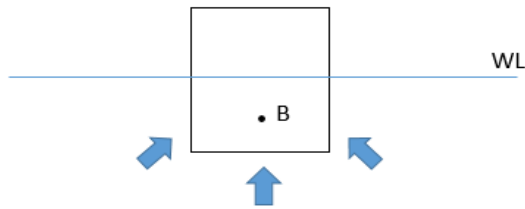
Titik berat (*G*) ialah titik tangkap dari semua gaya- gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik *G* pada benda kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa letak titik *G* tergantung daripada pembagian berat di benda. Jadi, selama tidak ada berat yang digeser/ ditambah/ dikurangi titik *G* tidak akan berubah walaupun benda mengalami *trim*. Berat pendulum pada penelitian ini sangat kecil jadi dianggap tidak mempengaruhi titik gerak ponton.



Gambar 8. Contoh titik berat sebuah benda terapung

- Titik Apung (*Center of Buoyancy, B*)

Titik apung (*center of buoyancy*) dikenal dengan titik *B* dari sebuah benda, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan keatas dari bagian benda yang terbenam dalam air.

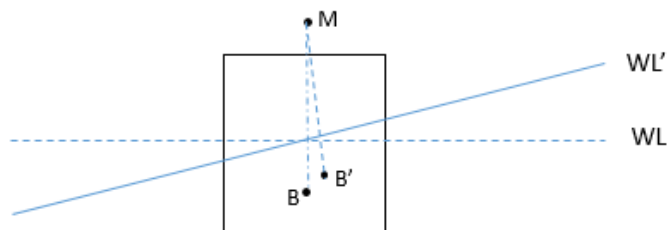


Gambar 9. Letak titik berat di air

Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah- pindah oleh adanya perubahan sarat dari benda. Dalam stabilitas benda, titik B inilah yang menyebabkan benda mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget benda (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah/ berpindah). Bila benda menyenget titik B akan berpindah ke sisi yang rendah.

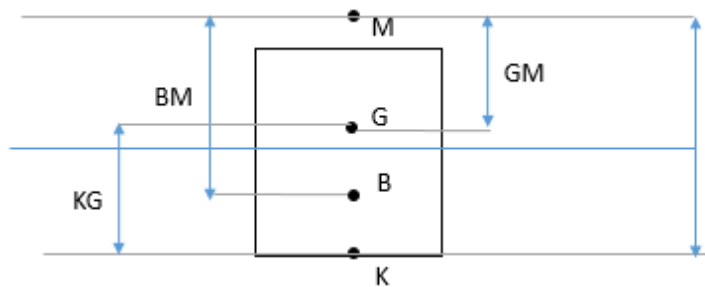
- Titik Metasentris (M)

Titik metasentris atau lebih dikenal dengan titik M dari sebuah benda, merupakan sebuah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya benda tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah- ubah jadi titik metasentris dapat berubah letaknya, dan tergantung dari besarnya sudut kemiringan. Apabila benda miring pada sudut kecil maka titik apung B bergerak di sepanjang busur di mana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah benda (center of line) dan pada sudut kemiringan yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.



Gambar 10. Letak titik metacenter

Terdapat beberapa ukuran stabilitas yang sering digunakan dalam stabilitas, hal ini lah yang nantinya akan dipergunakan untuk merancang stabilitas pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut, seperti pada gambar berikut:



Gambar 11. Ukuran-ukuran yang di gunakan dalam perhitungan stabilitas

- KG-Tinggi titik dari *keel* ke *center of gravity*
Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari hitungan.
- BM- *Radius Metacentric*

BM dinamakan jari- jari metasentris atau metasentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut- sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil.

- KB – Tinggi titik apung dari *keel*

Letak titik B diatas keel bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal. Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari:

Untuk kapal tipe plat bottom, $KB = 0.50d$

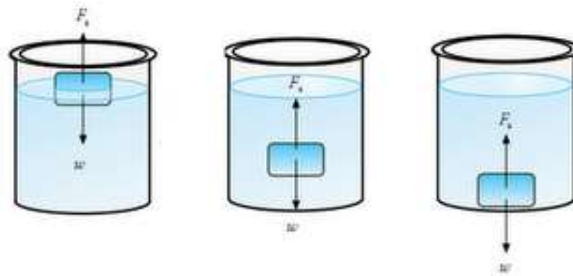
Untuk kapal tipe V bottom, $KB = 0.67d$

Untuk kapal tipe U bottom, $KB = 0.53d$

Benda terendam didalam zat cair diam, gaya- gaya yang bekerja adalah tekanan hidrostatis pada seluruh permukaan benda dan berat benda. Pada benda terendam dalam zat cair diam terdapat

- Komponen Gaya Horizontal : sama dan berlawanan arah sehingga saling meniadakan dan benda tidak bergerak
- Komponen Gaya Vertikal : akibat tekanan tiap satuan luas bertambah dengan kedalaman, sehingga komponen gaya keatas (F_u) lebih besar dari komponen gaya ke bawah (F_d) atau resultannya adalah gaya keatas yang bekerja pada benda.

Perbedaan antara gaya tekanan ke atas dan ke bawah pada benda disebut gaya apung (F_b). Gaya apung ini dapat dijelaskan dengan hukum Archimedes: “Benda yang terapung/ terendam dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan benda tersebut”.



Gambar 12. Tiga kondisi kesetimbangan

Dimana:

FG : Gaya Berat

D : Sarat/ draft

B : Titik apung (titik dimana gaya apung bekerja, atau titik berat air dari volume zat cair yang dipindahkan)

FB : Gaya Apung

G : Titik Berat

Terdapat tiga kemungkinan yang akan terjadi jika benda diletakkan di dalam zat cair

- $FB > FG$: benda akan terapung
- $FB < FG$: benda akan tenggelam
- $FB = FG$: benda melayang

Upaya benda untuk mempertahankan kedudukannya erat dengan besarnya momen inersia yang dimiliki oleh benda tersebut. Sebuah partikel bergerak melingkar dengan percepatan tangensial a dan percepatan sudut α . Jika rumus gaya adalah

$$F = m a \quad (2.4)$$

Partikel berotasi karena adanya momen gaya yang besarnya $\tau = r F$. Jika masing-masing ruas dikalikan dengan r dan percepatan tangensial dituliskan $a = \alpha r$, maka diperoleh

$$\begin{aligned} F(r) &= m (\alpha r)(r) \\ \tau &= m r^2 \alpha \end{aligned} \quad (2.5)$$

Diperoleh bahwa percepatan sudut benda sebanding dengan momen gayanya. Faktor pengali kesebandingan tersebut adalah momen inersia. Pada hukum II Newton tentang gerak rotasi suatu benda yang mempunyai momen inersia I bila diberi momen gaya τ dan percepatan sudut α maka dapat dituliskan

$$\tau = I \alpha \quad (2.6)$$

Atau dapat dirumuskan menjadi

$$I = m r^2 \quad (2.7)$$

Berdasarkan formula diatas, dapat dilihat bahwa inersia dipengaruhi oleh massa benda dan jari-jarinya. Momen inersia benda tak teratur melibatkan besaran jari-jari girasi (*radius gyration*). Benda yang mempunyai jari jari girasi sebesar r berarti semua massa benda seolah-olah terdistribusi pada jarak r dari sumbu putar.

2.9 Response Amplitude Operator

Response Amplitude Operator (RAO) atau yang disebut juga sebagai *Transfer Function* adalah fungsi respon struktur akibat beban gelombang yang mengenai struktur lepas pantai pada frekuensi tertentu. RAO disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur. amplitudo respon terhadap amplitudo gelombang. Dapat dinyatakan dengan bentuk matematis yaitu (ζ respon / ζ gelombang). Amplitudo respon bisa berupa gerakan, tegangan, maupun getaran. RAO juga disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur (Chakrabarti, 1987), persamaan RAO dapat dicari dengan rumus sebagai berikut

$$RAO(\omega) = \frac{X_p(\omega)}{\eta(\omega)} \quad (2.4)$$

Dimana :

$X_p(\omega)$ = amplitudo struktur

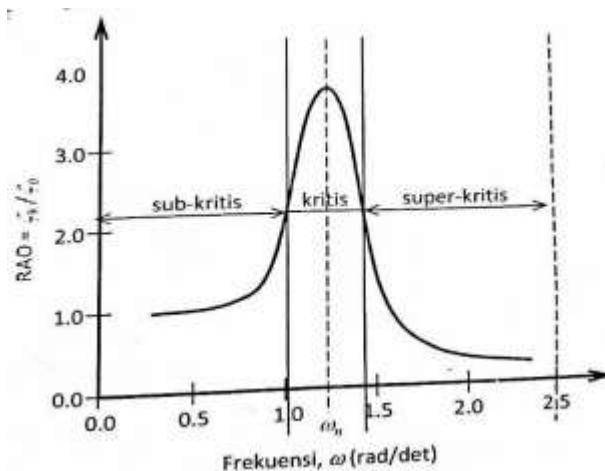
$\eta(\omega)$ = amplitudo gelombang

Kurva respons gerakan bangunan apung pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga bagian :

- a. Pertama adalah bagian frekuensi rendah, atau gelombang (dengan periode) panjang, yang disebut daerah sub- kritis. Pada daerah ini bangunan laut akan mengikuti pola atau kontur elevasi gelombang yang panjang, sehingga amplitudo gerakan kurang lebih akan ekuivalen dengan amplitudo gelombang, atau disebut sebagai *conturing*.
- b. Kedua adalah daerah kritis, meliputi pertengahan lengan kurva di sisi frekuensi rendah sampai dengan puncak kurva dan diteruskan ke pertengahan lengan kurva di sisi frekuensi tinggi. Puncak kurva berada pada frekuensi alami, yang merupakan daerah resonansi, sehingga respon gerakan mengalami

magnifikasi, atau amplitudo gerakan akan beberapa kali lebih besar daripada amplitudo gelombang.

c. Ketiga adalah gerakan super kritis, yaitu daerah frekuensi tinggi, atau gelombang- gelombang (dengan periode pendek). Pada daerah ini respon gerakan akan mengecil. Semakin tinggi frekuensi, atau semakin rapat antara puncak- puncak gelombang yang berurutan, maka akan memberikan efek seperti bangunan laut bergerak diatas air yang relatif datar. Oleh karena itu kondisi ini dapat diistilahkan sebagai platforming.



Gambar 13. Bentuk Umum Grafik Respon Gerakan Bangunan Apung
(Djarmiko, 2012)

2.10 MOSES

MOSES merupakan *software* simulasi yang digunakan untuk mengoptimalkan desain bangunan lepas pantai. Simulasi respons sistem lengkap dengan *solver* dan terintegrasi untuk perilaku hidrostatik, hidrodinamik, *mooring*, dan struktural (Bentley Web online). Pada proses simulasi, terdapat tiga tahap yang harus dilakukan. Berikut merupakan tahapan simulasi:

1. Pre-Processor

Pre-processor adalah tahap awal untuk memasukkan data dan melakukan proses pembagian objek menjadi bagian yang lebih kecil (*meshing*). Pada proses ini juga diinput beberapa parameter dibutuhkan.

2. Processor

Pada tahap *processor*, proses perhitungan data akan berjalan menggunakan persamaan hingga beberapa iterasi yang telah ditentukan

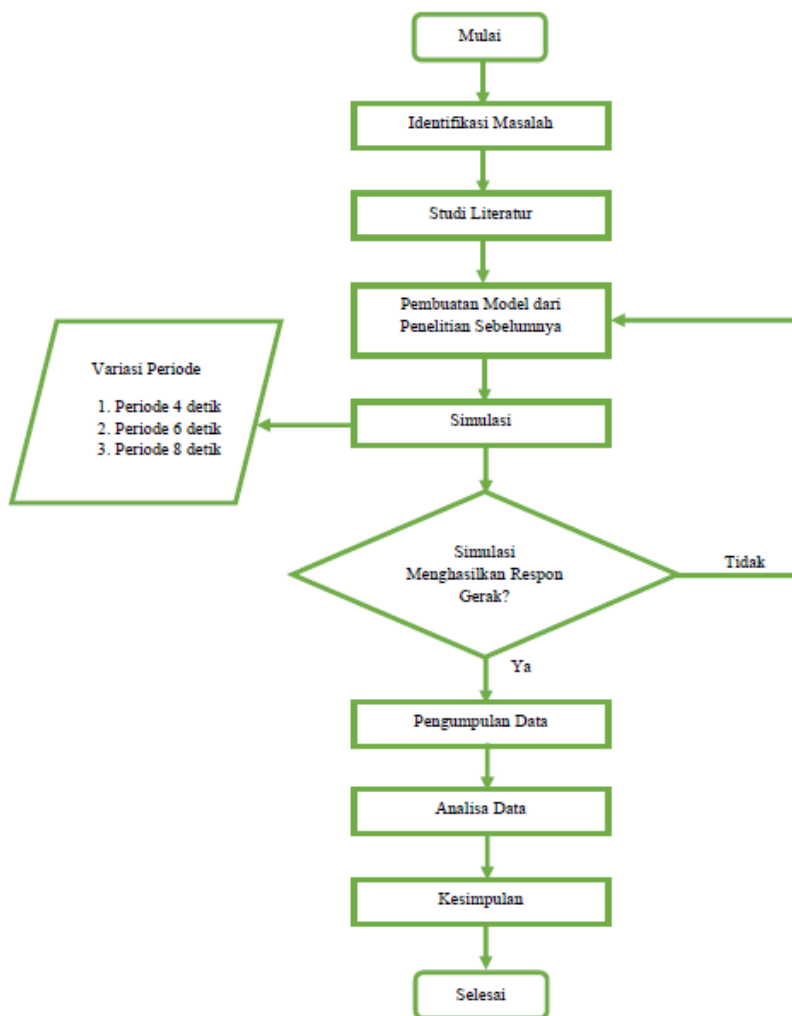
3. Post Processor

Pada tahap akhir, hasil perhitungan pada tahap *processing* dapat ditampilkan dalam bentuk gambar, grafik, dan animasi.

BAB III

METODOLOGI

Metodologi menunjukkan tahapan penyelesaian masalah pada tugas akhir ini. Penyelesaian masalah pada tugas akhir ini menggunakan MOSES. Langkah pengerjaan direpresentasikan pada *flowchart* berikut.



Gambar 14. *Flowchart* Metodologi

Tabel 2. Geometri Model

Geometri model	
Diameter Silinder Besar (D)	165 cm
Tebal Silinder Besar	7 cm
Diameter Silinder Kecil (Jukung)	40 cm
Tebal Silinder Kecil	2 cm
Panjang Silinder Besar	320 cm
Panjang Silinder Kecil	320 cm
Massa Jenis Silinder	1.39 gr/cm ³
Sarat Air	1/2 D
Tinggi Jukung	15 cm
Panjang Plat	320 cm
Lebar Plat	170 cm
Massa Jenis Plat	1.2 gr/cm ³

Model dari penelitian sebelumnya kemudian digambar ulang dengan perbesaran 10 kali dari ukuran awal. Berikut merupakan model yang telah diskala sebesar 10 kali:

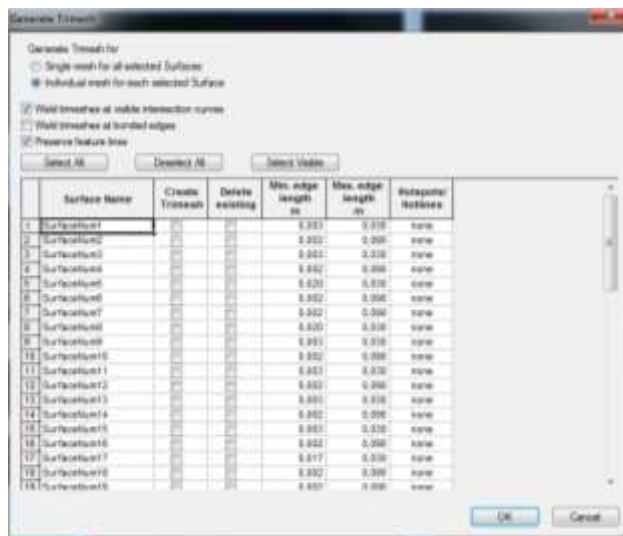
**Gambar 16. Model Ponton**

3.4 Pre-processing

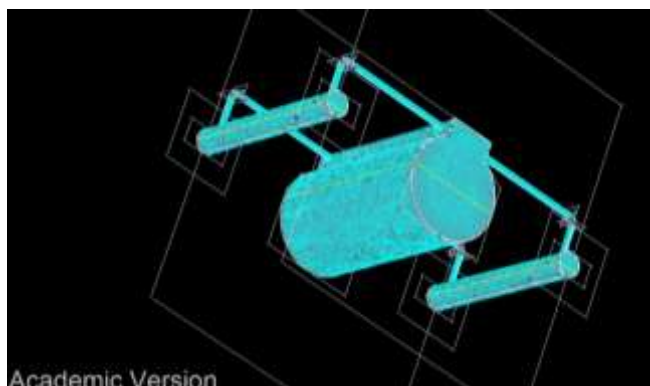
Sebelum dilakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan beberapa tahap untuk memasukkan parameter. Berikut merupakan beberapa tahap yang harus dilalui:

3.4.1 Trimesh

Trimesh surface merupakan permukaan linear yang terdiri dari segi *triangular*. Benda tersebut bukanlah *NURB surface* karena tidak mempunyai *control points* dan tidak dapat di-*trim* menggunakan *NURB surface* (MOSES Modeler Manual). *Trimesh* dapat diatur ukuran maksimum dan minimum tepiannya (*edge*) pada MOSES Modeler secara manual.



Gambar 17. Pengaturan *Trimesh*



Gambar 18. Hasil *Trimesh*

3.4.2 Generate Trimesh Analysis

Setelah *trimesh* berhasil, langkah selanjutnya adalah membuka hasil *mesh* pada MOSES Motion. Sebelum parameter diinput, terlebih dahulu dilakukan *generate trimesh analysis* untuk membuat panel pada permukaan benda.

3.4.3 Input Parameter

Pada *software* MOSES, minimal disertai input satu *spectra*, satu *speed vessel*, dan satu input *heading*. *Spectra* yang digunakan adalah Breitschneider atau ITTC 2-Parameter. *Speed vessel* yang diinputkan 0 m/s karena benda tidak memiliki kecepatan dan dalam keadaan *free floating*. Sementara *heading* yang digunakan adalah 0°, 45°, 90°, 135°, dan 180°.

3.4.4 Mass Distribution

Setelah dilakukan perhitungan distribusi masa dari data momen inersia, maka didapatkan nilai jari-jari girasi yang selanjutnya diinput.

Section	Roll gyradius	Pitch gyradius	Yaw gyradius	VCG	% Boe	% Loe	Mass
Vessel	0.0 m	1.12 m	2.11 m	0.825 m	0	0	0.1
Cargo	0 m	0 m	0 m	0 m	0	0	0.1
Total	0 m	0 m	0 m	0.825 m	0	0	0.1

Note: All gyradi are about the total centre of gravity.

LOA: -199999999999999 m;
BOA: -199999999999999 m;
Depth: -199999999999999 m;

Gambar 19. Input jari-jari girasi

3.5 Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan MOSES untuk mendapatkan data *Response Amplitude Operator* (RAO). Pada tugas akhir ini, ponton disimulasikan dengan variasi periode gelombang menggunakan *Seakeeping Analysis*.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari simulasi akan dianalisa dan dibandingkan respon geraknya berdasarkan tiga derajat kebebasan yang telah ditentukan.

3.7 Kesimpulan

Tahap akhir dari pengerjaan tugas akhir ini adalah pembuatan kesimpulan. Kesimpulan didapat berdasarkan hasil dari simulasi dan analisis data. Kesimpulan menjawab rumusan masalah pada tugas akhir.

BAB IV

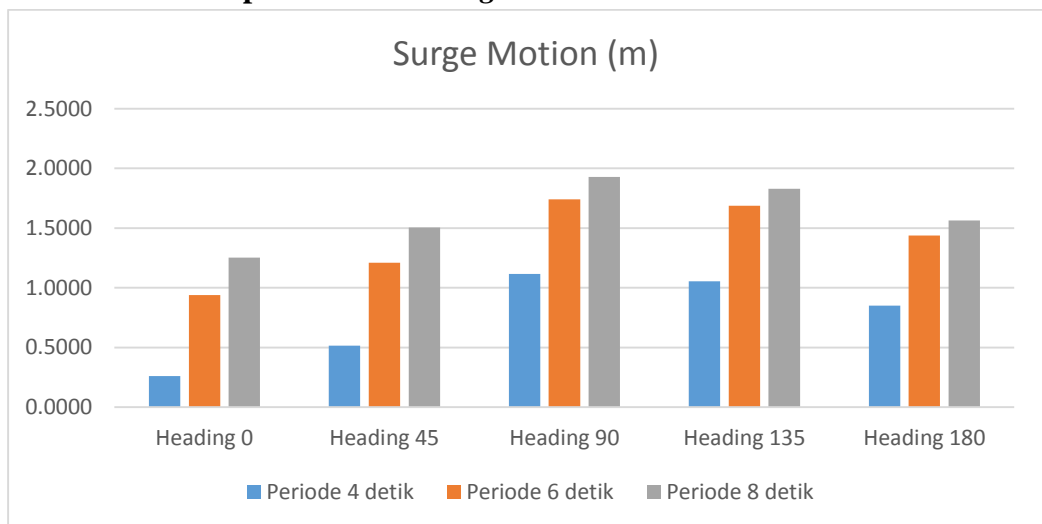
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Simulasi yang telah dilaksanakan menghasilkan beberapa data *motion* dan data RAO dari MOSES. Data *motion* menunjukkan pergerakan benda pada sumbu tertentu sedangkan data RAO menunjukkan respon gerak terhadap gelombang. Berikut data yang telah dihasilkan:

4.1 *Motion*

Pada sub-bab ini, akan dijabarkan beberapa hasil pergerakan ponton pada permukaan air dengan variasi periode gelombang. Variasi yang dianalisa pada tugas akhir ini yaitu *surge*, *heave*, dan *roll*.

4.1.1 Motion pada Kondisi *Surge*



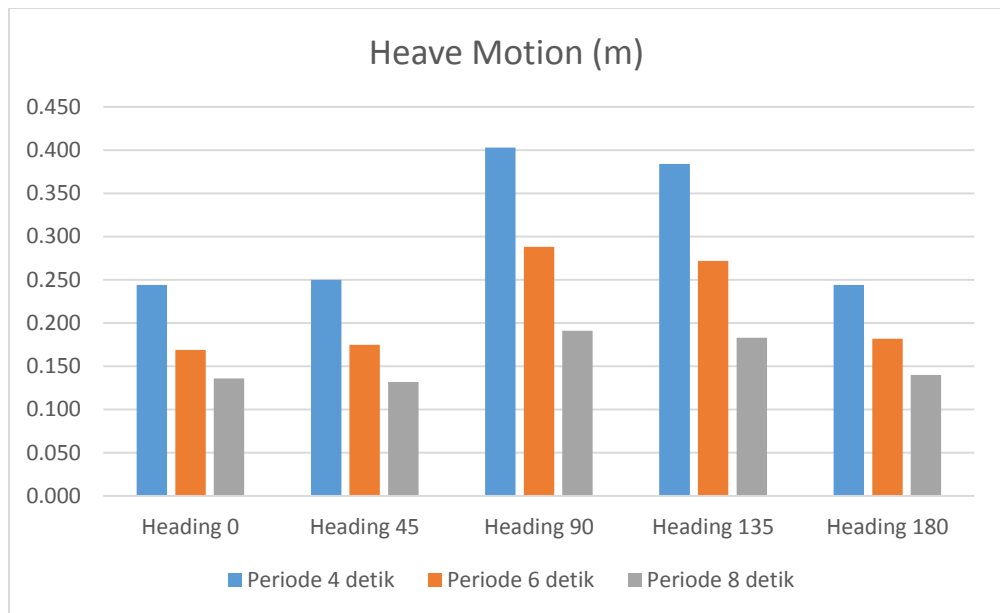
Gambar 20. Pergerakan translasional sumbu x (*surge*)

Pada grafik diatas terlihat bahwa pergerakan translasional sumbu x atau *surge* pada semua *heading* meningkat sesuai meningkatnya periode gelombang. Hal ini sesuai dengan rumus $v = \frac{\lambda}{T}$ bahwa semakin bertambah waktu tempuh maka semakin panjang pula jarak tempuhnya. Gerakan *surge* dengan perpindahan terbesar terjadi pada *heading* 90° dengan periode 8 detik dengan nilai *surge motion* sebesar 1,928 meter ke arah kanan (sumbu positif). Sedangkan nilai *surge motion* terkecil terjadi pada *heading* 0° dengan periode 4 detik sebesar 0,262 meter sumbu positif. Berikut merupakan rangkuman hasil simulasi mode gerakan *surge*:

Tabel 3. Hasil Simulasi *Surge Motion*

Surge	Periode	Heading 0	Heading 45	Heading 90	Heading 135	Heading 180
	4	0.2620	0.5170	1.1160	1.0540	0.8520
	6	0.9380	1.2090	1.7410	1.6860	1.4380
	8	1.2540	1.5060	1.9280	1.8300	1.5640

4.1.2 Motion pada Kondisi *Heave*

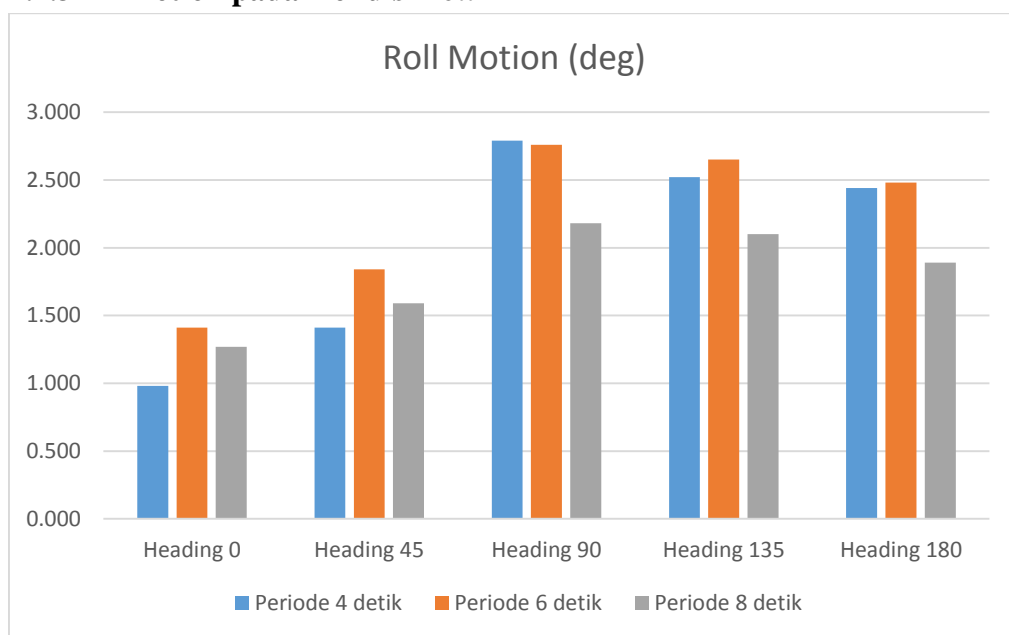
Gambar 21. Pergerakan translasional sumbu z (*heave*)

Grafik di atas menunjukkan bahwa *heave* terbesar terjadi pada periode 4 detik. Hubungan antara pertambahan nilai periode gelombang berbanding terbalik dengan nilai *heave* dari benda. Semakin besar periode gelombang maka nilai *heave* semakin turun. Nilai *heave* tertinggi berada pada *heading* 90° dengan periode 4 detik dengan pergerakan ke atas sebesar 0,403 meter. Sedangkan nilai *heave* terkecil berada pada *heading* 45° dengan periode 8 detik sebesar 0,136 meter keraha atas (sumbu positif). Berikut merupakan rangkuman hasil simulasi mode gerakan *heave*:

Tabel 4. Hasil Simulasi *Heave Motion*

Heave	Periode	Heading 0	Heading 45	Heading 90	Heading 135	Heading 180
	4	0.244	0.250	0.403	0.384	0.244
	6	0.169	0.175	0.288	0.272	0.182
	8	0.136	0.132	0.191	0.183	0.140

4.1.3 Motion pada Kondisi *Roll*

**Gambar 22. Pergerakan rotasional sumbu x (*roll*)**

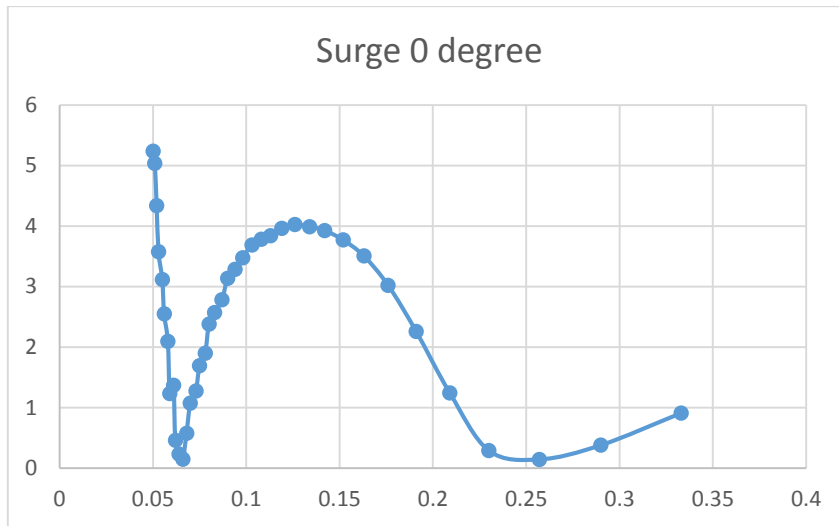
Pada grafik diatas diketahui bahwa *roll* terbesar terjadi pada perioder 6 detik selain pada *heading* 90° yaitu sebesar 2,79° dengan periode 4 detik. *Roll* terkecil terjadi pada *heading* 0° dengan periode 4 detik sebesar 0,98°. Berikut merupakan rangkuman hasil simulasi mode gerakan *roll*:

Tabel 5. Hasil Simulas *Roll Motion*

Roll	Periode	Heading 0	Heading 45	Heading 90	Heading 135	Heading 180
	4	0.980	1.410	2.790	2.520	2.440
	6	1.410	1.840	2.760	2.650	2.480
	8	1.270	1.590	2.180	2.100	1.890

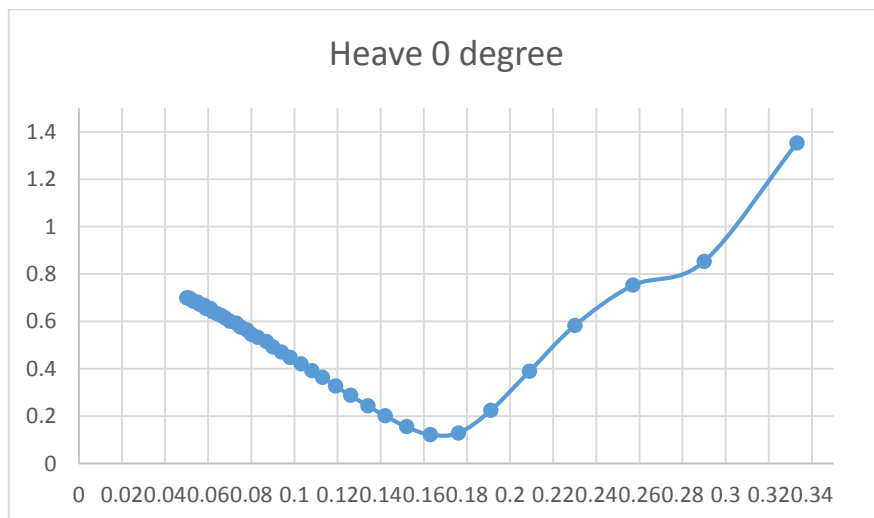
4.2 Response Amplitude Operator

4.2.1 RAO pada Heading 0°



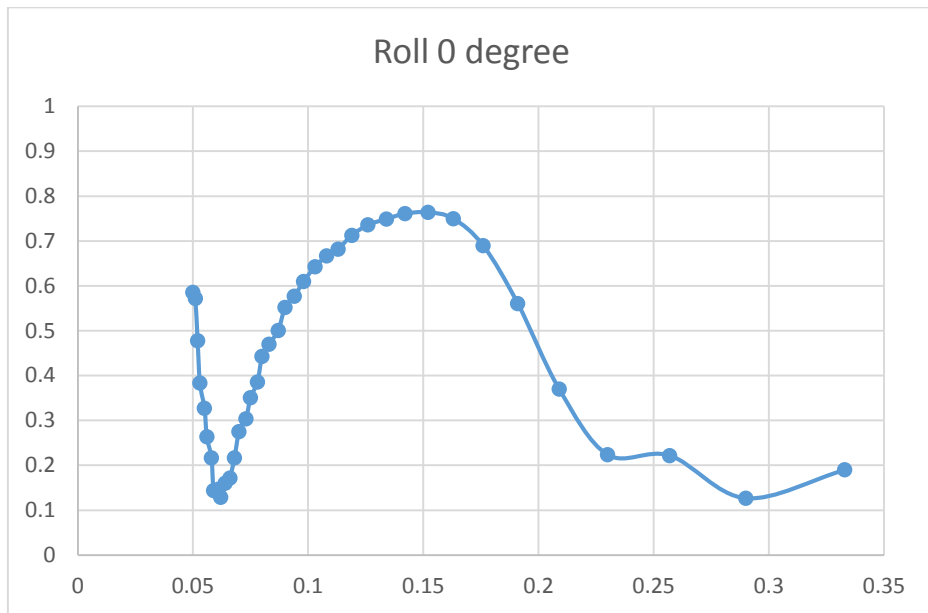
Gambar 23. Surge RAO Heading 0°

RAO pada mode gerak *surge* menampilkan respon gerak yang fluktuatif. Nilai RAO mencapai nilai tertinggi pada encounter frequency 0.05 Hz dengan nilai 5,236 m/m. Kemudian nilai RAO cenderung menurun hingga 0,15 m/m. Hal ini menandakan bahwa pergeseran ponton berkurang sampai frekuensi 0,066 Hz. Setelah melewati 0,66 Hz, pergeseran ponton bertambah lagi hingga 4,026 m/m pada frekuensi 0,126 Hz. Kemudian pergeseran ponton mengalami penurunan kembali hingga 0,143 m/m dan cenderung bertambah setelahnya. Respon gerak mengalami pergeseran paling kecil saat frekuensi 0,257 Hz dengan nilai 0,143 m/m.



Gambar 24. Heave RAO Heading 0°

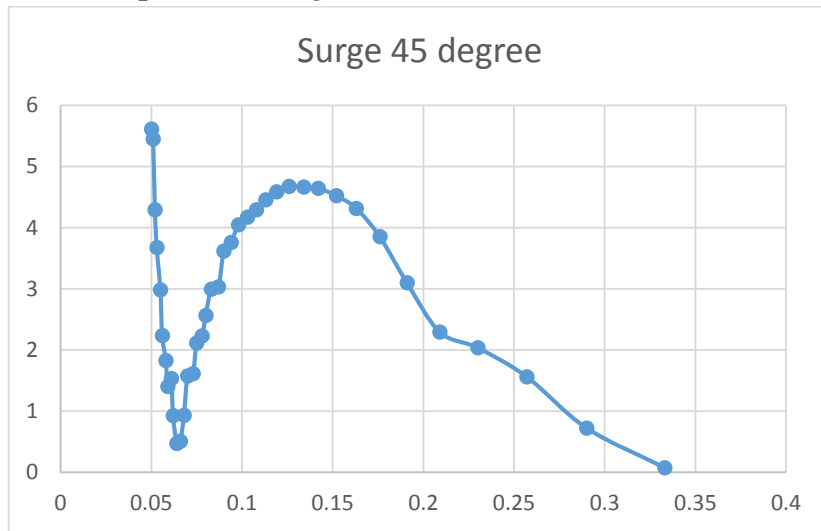
RAO pada mode gerak *heave* terlihat mengalami penurunan pergeseran secara vertical kemudian mengalami peningkatan pergeseran. Nilai respon awal berada pada nilai 0,64 m/m. Nilai respon kemudian mengalami penurunan hingga 0,122 m/m pada frekuensi 0,163 Hz. Setelah melewati 0,163 Hz pergeseran meningkat hingga mencapai nilai tertinggi dengan nilai 1,352 m/m.



Gambar 25. Roll RAO Heading 0°

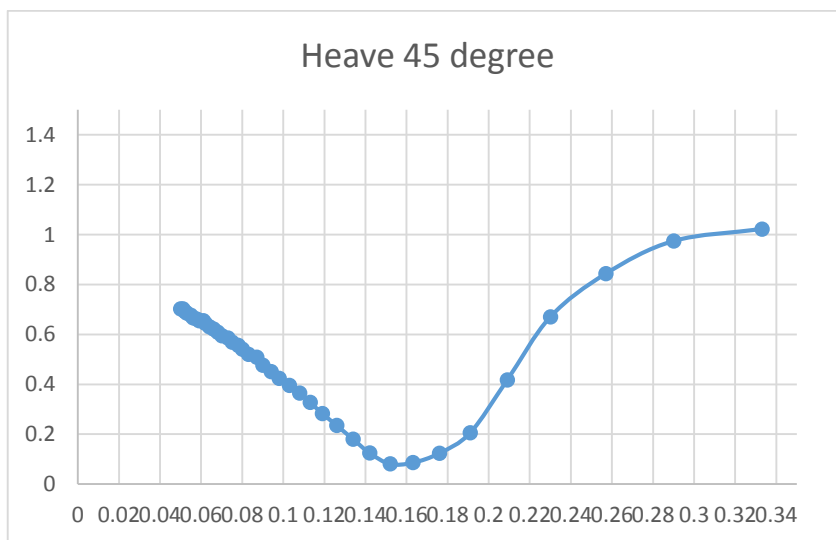
Grafik RAO pada mode gerak *roll* hampir sama dengan mode gerak *surge*. Hanya saja mode gerak *roll* mengalami pergerakan rotasional terbesar pada 0,764 deg/m pada frekuensi 0,152 Hz dan mengalami *roll* terkecil dengan nilai 0,129 deg/m pada frekuensi 0,062 Hz. Nilai *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertinggi. Dapat dikatakan bahwa ponton aman untuk dipasang karena mempunyai *roll* dengan derajat yang kecil.

4.2.2 RAO pada *Heading 45°*



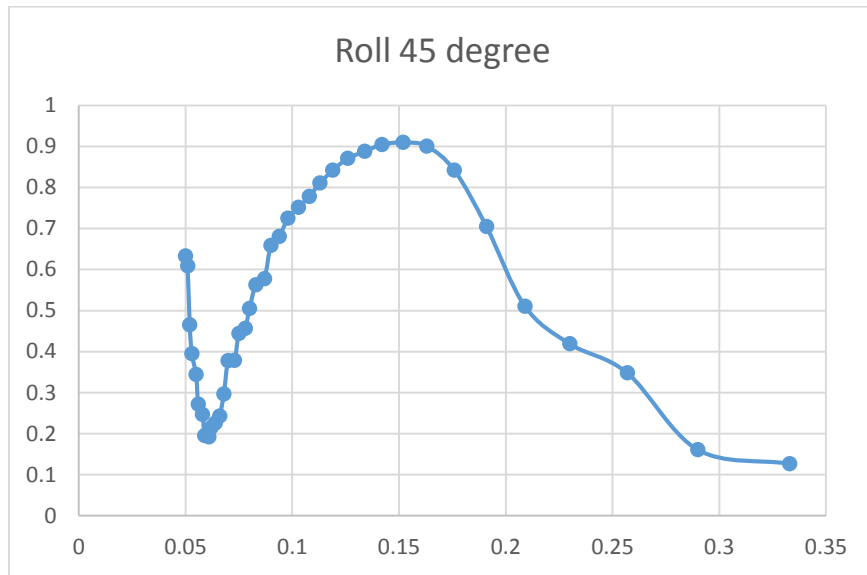
Gambar 26. Surge RAO *Heading 45°*

RAO pada mode gerak *surge* menampilkan respon gerak yang fluktuatif. Nilai RAO mencapai nilai tertinggi pada encounter frequency 0.05 Hz dengan nilai 5,612m/m. Kemudian nilai RAO cenderung menurun hingga 0,472m/m. Hal ini menandakan bahwa pergeseran ponton berkurang sampai frekuensi 0,064 Hz. Setelah melewati 0,66 Hz, pergeseran ponton bertambah lagi hingga 4,644 m/m pada frekuensi 0,142 Hz. Kemudian pergeseran ponton mengalami penurunan kembali hingga 0,074 m/m pada frekuensi 0,333Hz.



Gambar 27. Heave RAO *Heading 45°*

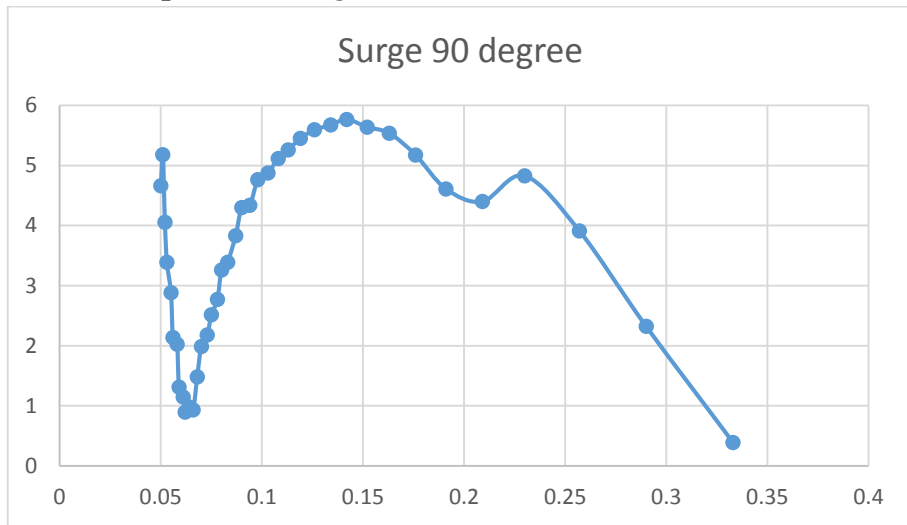
RAO pada mode gerak *heave* terlihat mengalami penurunan pergeseran secara vertical kemudian mengalami peningkatan pergeseran. Nilai respon awal berada pada nilai 0,748 m/m. Nilai respon kemudian mengalami penurunan hingga 0,081 m/m pada frekuensi 0,152 Hz. Setelah melewati 0,152 Hz pergeseran meningkat hingga mencapai nilai tertinggi dengan nilai 1,022 m/m.



Gambar 28. Roll RAO Heading 45°

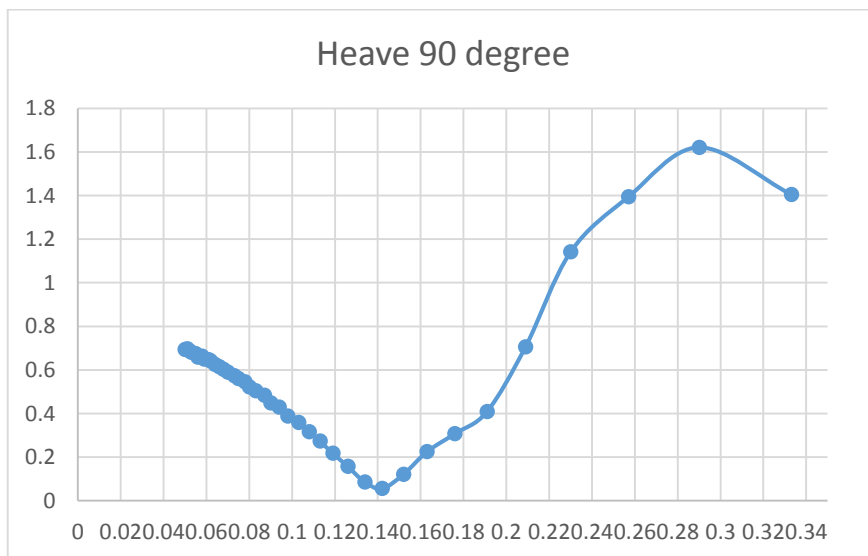
Grafik RAO pada mode gerak *roll* hampir sama dengan mode gerak *surge*. Hanya saja mode gerak *roll* mengalami pergerakan rotasional terbesar pada 0,910 deg/m pada frekuensi 0,152 Hz dan mengalami *roll* terkecil dengan nilai 0,127 deg/m pada frekuensi 0,333 Hz. Nilai *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertinggi. Dapat dikatakan bahwa ponton aman untuk dipasang karena mempunyai *roll* dengan derajat yang kecil.

4.2.3 RAO pada *Heading 90°*



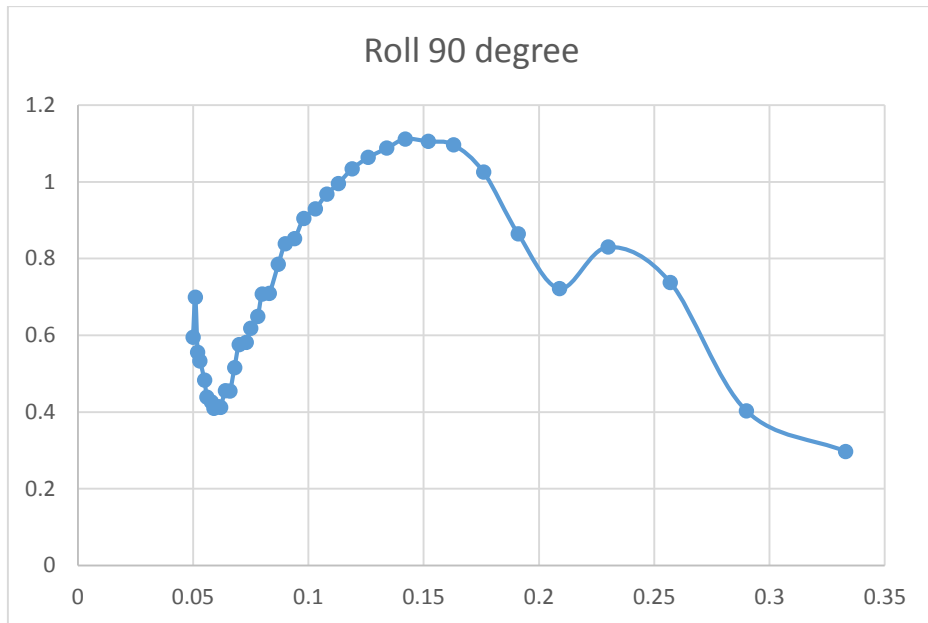
Gambar 29. Surge RAO *Heading 90°*

RAO pada mode gerak *surge* menampilkan respon gerak dengan nilai RAO mencapai nilai tertinggi pada encounter frequency 0,051 Hz dengan nilai 5,18 m/m. Kemudian nilai RAO menurun hingga 0,897 m/m. Hal ini menandakan bahwa pergeseran ponton berkurang sampai frekuensi 0,062 Hz. Setelah melewati 0,062 Hz, pergeseran ponton bertambah lagi hingga 5,769 m/m pada frekuensi 0,142 Hz. Kemudian pergeseran ponton mengalami penurunan kembali setelahnya. Respon gerak mengalami pergeseran paling kecil saat frekuensi 0,333 Hz dengan nilai 0,391 m/m.



Gambar 30. Heave RAO *Heading 90°*

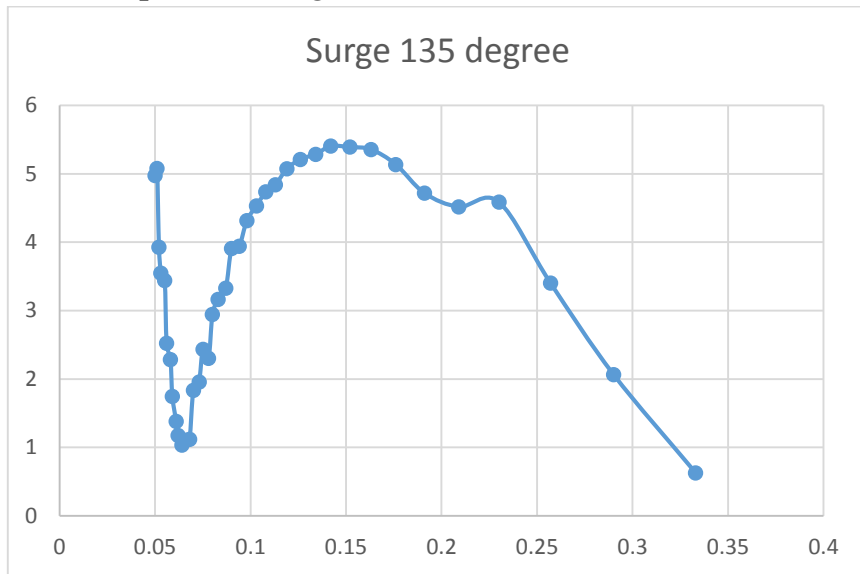
RAO pada mode gerak *heave* terlihat mengalami penurunan pergeseran secara vertical kemudian mengalami peningkatan pergeseran. Nilai respon awal berada pada nilai 0,718 m/m. Nilai respon kemudian mengalami penurunan hingga 0,056 m/m pada frekuensi 0,142 Hz. Setelah melewati 0,142 Hz pergeseran meningkat hingga mencapai nilai tertinggi dengan nilai 1,621 m/m kemudian menurun.



Gambar 31. Roll RAO Heading 90°

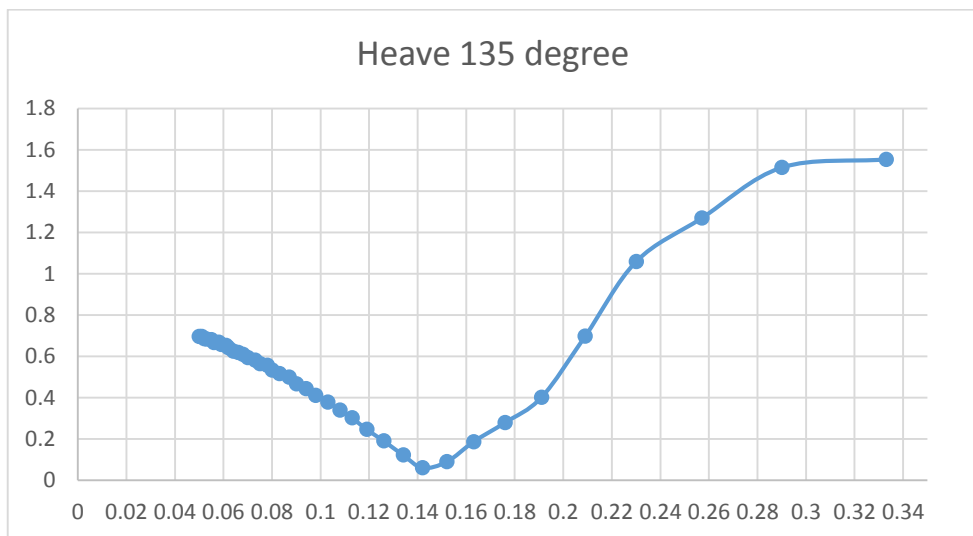
Grafik RAO pada mode gerak *roll* hampir sama dengan mode gerak *surge*. Hanya saja mode gerak *roll* mengalami pergerakan rotasional terbesar pada 0,112 deg/m pada frekuensi 0,142 Hz dan mengalami *roll* terkecil dengan nilai 0,297deg/m pada frekuensi 0,333 Hz. Nilai *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertinggi. Dapat dikatakan bahwa ponton aman untuk dipasang karena mempunyai *roll* dengan derajat yang kecil.

4.2.4 RAO pada *Heading 135°*



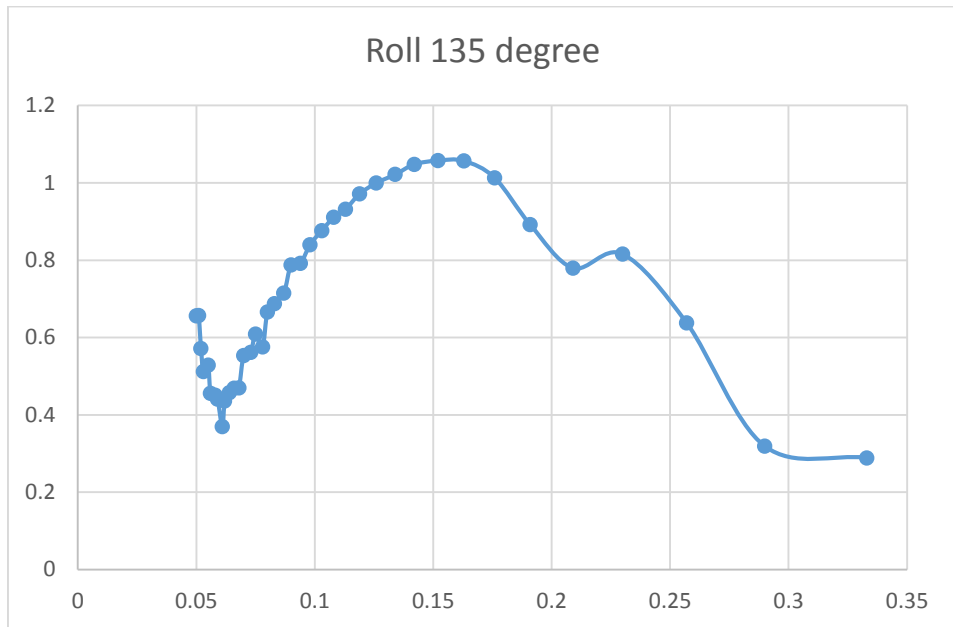
Gambar 32. Surge RAO *Heading 135°*

RAO pada mode gerak *surge* menampilkan respon gerak yang fluktuatif. Nilai RAO mencapai nilai tertinggi pada encounter frequency 0.05 Hz dengan nilai 5,077 m/m. Kemudian nilai RAO cenderung menurun hingga 1,032 m/m. Hal ini menandakan bahwa pergeseran ponton berkurang sampai frekuensi 0,064 Hz. Setelah melewati 0,064 Hz, pergeseran ponton bertambah lagi hingga 5,404 m/m pada frekuensi 0,142 Hz. Kemudian pergeseran ponton mengalami penurunan kembali hingga 0,628 m/m.



Gambar 33. Heave RAO *Heading 135°*

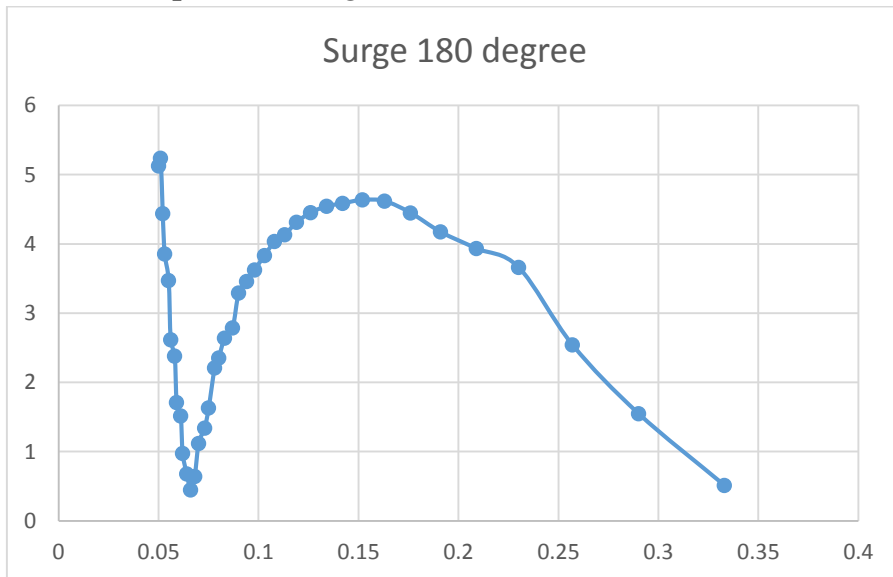
RAO pada mode gerak *heave* terlihat mengalami penurunan pergeseran secara vertical kemudian mengalami peningkatan pergeseran. Nilai respon awal berada pada nilai 0,696 m/m. Nilai respon kemudian mengalami penurunan hingga 0,061 m/m pada frekuensi 0,142 Hz. Setelah melewati 0,142 Hz pergeseran meningkat hingga mencapai nilai tertinggi dengan nilai 1,553 m/m.



Gambar 34. Roll RAO Heading 135°

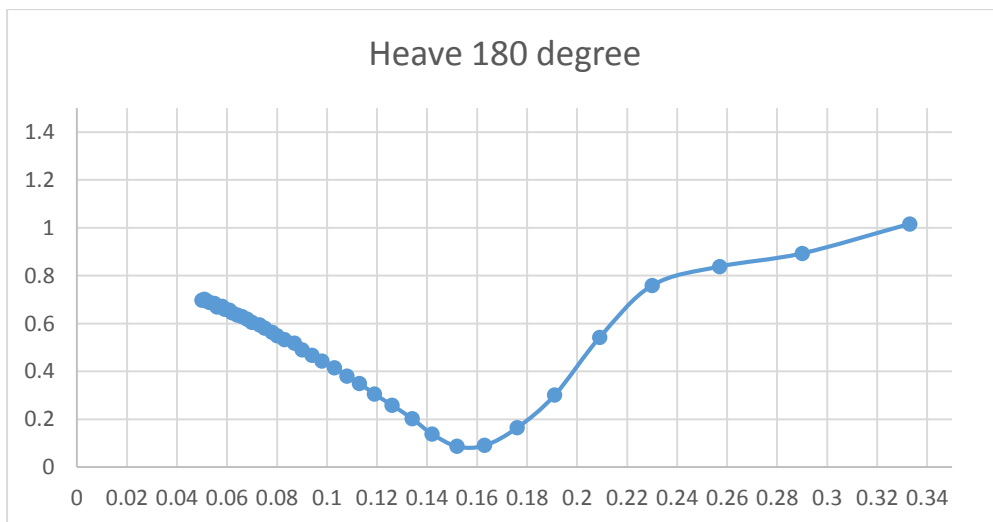
Grafik RAO pada mode gerak *roll* hampir sama dengan mode gerak *surge*. Hanya saja mode gerak *roll* mengalami pergerakan rotasional terbesar pada 1,058 deg/m pada frekuensi 0,152 Hz dan mengalami *roll* terkecil dengan nilai 0,289 deg/m pada frekuensi 0,333 Hz. Nilai *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertinggi. Dapat dikatakan bahwa ponton aman untuk dipasang karena mempunyai *roll* dengan derajat yang kecil.

4.2.5 RAO pada *Heading 180°*



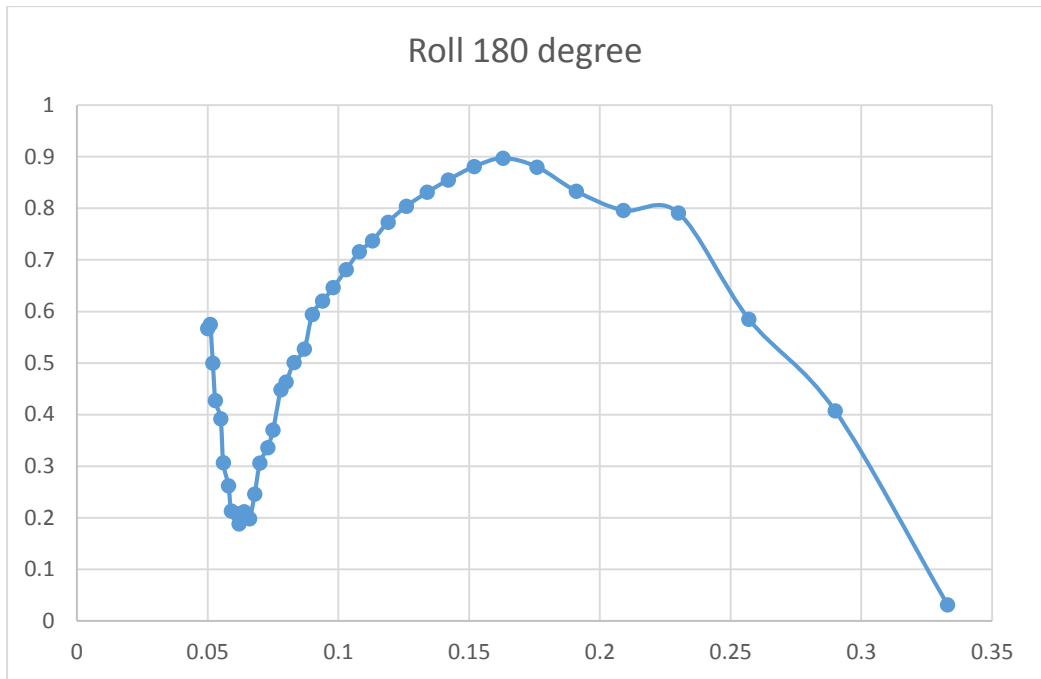
Gambar 35. Surge RAO *Heading 180°*

RAO pada mode gerak *surge* menampilkan respon gerak yang fluktuatif. Nilai RAO mencapai nilai tertinggi pada encounter frequency 0.051 Hz dengan nilai 5,240 m/m. Kemudian nilai RAO cenderung menurun hingga 0,449 m/m. Hal ini menandakan bahwa pergeseran ponton berkurang sampai frekuensi 0,066 Hz. Setelah melewati 0,066 Hz, pergeseran ponton bertambah lagi hingga 4,635 m/m pada frekuensi 0,152 Hz. Kemudian pergeseran ponton mengalami penurunan kembali hingga 0,512 m/m.



Gambar 36. Heave RAO *Heading 180°*

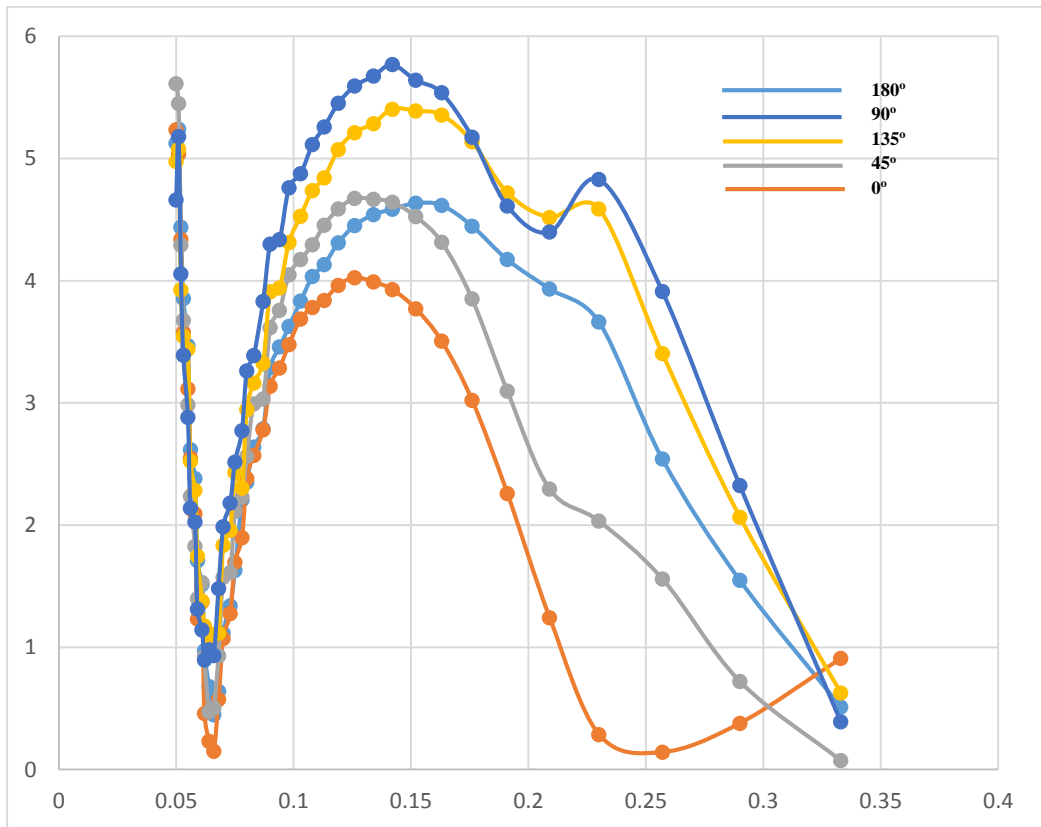
RAO pada mode gerak *heave* terlihat mengalami penurunan pergeseran secara vertical kemudian mengalami peningkatan pergeseran. Nilai respon awal berada pada nilai 0,698 m/m. Nilai respon kemudian mengalami penurunan hingga 0,087 m/m pada frekuensi 0,152 Hz. Setelah melewati 0,152 Hz pergeseran meningkat hingga mencapai nilai tertinggi dengan nilai 1,016 m/m.



Gambar 37. Roll RAO Heading 180°

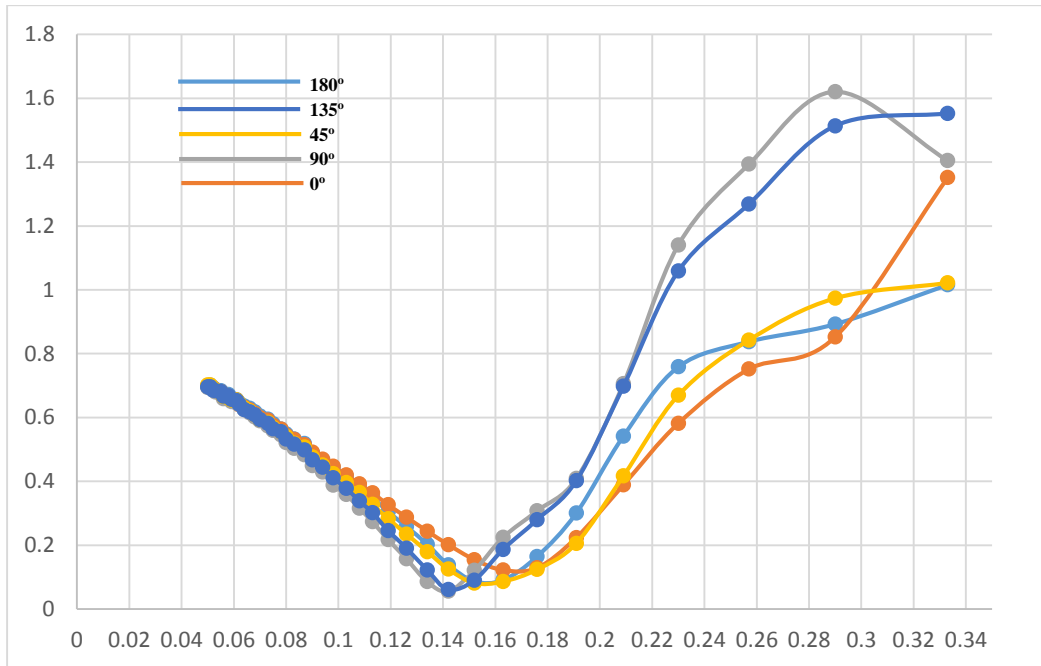
Grafik RAO pada mode gerak *roll* hampir sama dengan mode gerak *surge*. Hanya saja mode gerak *roll* mengalami pergerakan rotasional terbesar pada 0,897 deg/m pada frekuensi 0,163 Hz dan mengalami *roll* terkecil dengan nilai 0,031 deg/m pada frekuensi 0,333 Hz. Nilai *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertinggi. Dapat dikatakan bahwa ponton aman untuk dipasang karena mempunyai *roll* dengan derajat yang kecil.

4.2.6 Perbandingan nilai RAO



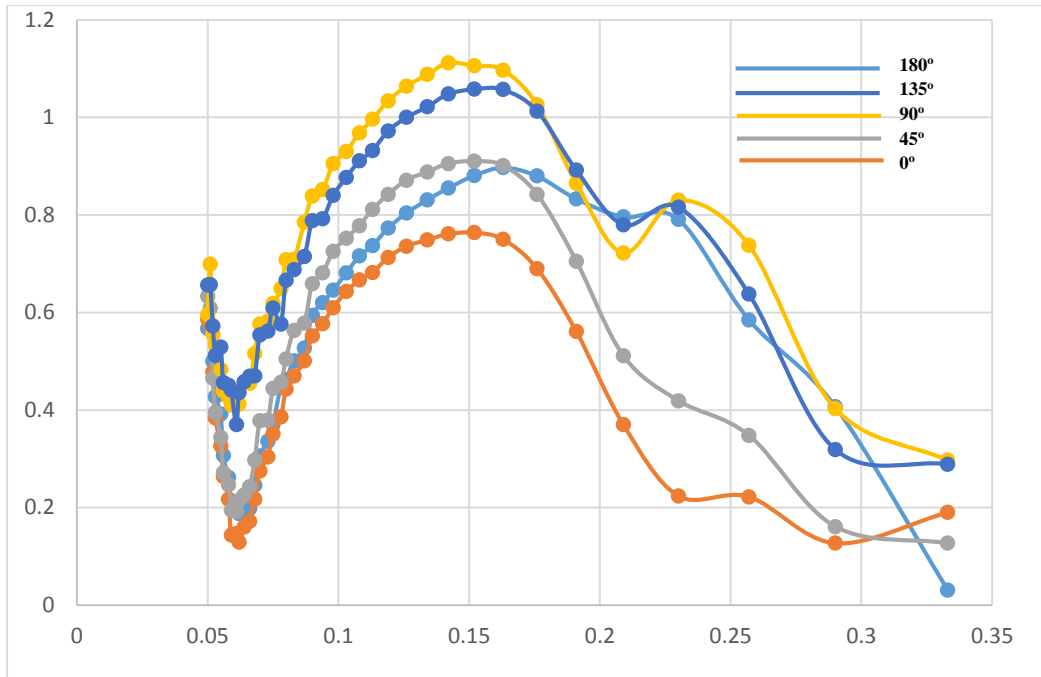
Gambar 38. Perbandingan RAO mode Surge

Berdasarkan perbandingan data pada grafik tersebut, terlihat bahwa nilai RAO tertinggi berada pada mode heading 90°. Sedangkan Nilai RAO terendah berada pada heading 45°. Nilai RAO cenderung naik pada kisaran 0,1 Hz sampai 0,15 Hz dan cenderung menurun pada range 0,15 Hz sampai 0,2 Hz. Nilai RAO mode surge rata-rata menurun setelah range 0,1 Hz sampai 0,15 Hz.



Gambar 39. Perbandingan RAO mode Heave

RAO pada mode gerak *heave*, nilai RAO pada semua variasi heading menurun hingga frekuensi 0,14 sampai 0,18 Hz. Saat nilai RAO mencapai titik terendahnya, kemudian nilai cenderung bertambah untuk rata-rata variasi heading. Terkecuali variasi heading 90° nilai RAO menurun pada frekuensi 0,29 Hz setelah mencapai titik tertingginya. Perlu dilakukan pertambahan range frekuensi agar terlihat perubahan respon gerak secara lebih jelas.



Gambar 40. Perbandingan RAO mode Roll

RAO pada mode gerak *roll* terlihat respon RAO mengalami penurunan nilai pada frekuensi 0,06 Hz sampai 0,07 Hz. Kemudian nilainya bertambah menuju nilai tertinggi pada range 0,15 Hz sampai 0,17 Hz. Derajat *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertingginya. Walaupun demikian, *roll* yang terjadi masih dikategorikan aman untuk ponton saat dipasang di kondisi real.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan analisa data yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Roll* terbesar terjadi pada perioder 6 detik selain pada *heading* 90° yaitu sebesar 2,79° dengan periode 4 detik. *Roll* terkecil terjadi pada *heading* 0° dengan periode 4 detik sebesar 0,98°.
2. *Heave* terbesar terjadi pada periode 4 detik. Hubungan antara pertambahan nilai periode gelombang berbanding terbalik dengan nilai *heave* dari benda. Semakin besar periode gelombang maka nilai *heave* semakin turun. Nilai *heave* tertinggi berada pada *heading* 90° dengan periode 4 detik dengan pergerakan ke atas sebesar 0,403 meter. Sedangkan nilai *heave* terkecil berada pada *heading* 45° dengan periode 8 detik sebesar 0,136 meter.
3. Gerakan *surge* dengan perpindahan terbesar terjadi pada *heading* 90° dengan periode 8 detik dengan nilai *surge motion* sebesar 1,928 meter ke arah kanan (sumbu positif). Sedangkan nilai *surge motion* terkecil terjadi pada *heading* 0° dengan periode 4 detik sebesar 0,262 meter sumbu positif.
4. RAO tertinggi berada pada mode gerak *surge* heading 90°. Sedangkan Nilai RAO terendah berada pada heading 45°. Nilai RAO cenderung naik pada kisaran 0,1 Hz sampai 0,15 Hz dan cenderung menurun pada range 0,15 Hz sampai 0,2 Hz.
5. RAO pada mode gerak *heave*, nilai RAO pada semua variasi heading menurun hingga frekuensi 0,14 sampai 0,18 Hz. Saat nilai RAO mencapai titik terendahnya, kemudian nilai cenderung bertambah untuk rata-rata variasi heading.
6. RAO pada mode gerak *roll* terlihat respon RAO mengalami penurunan nilai pada frekuensi 0,06 Hz sampai 0,07 Hz. Derajat *roll* cenderung menurun setelah melewati nilai tertingginya. Walaupun demikian, *roll* yang terjadi masih dikategorikan aman untuk ponton saat dipasang di kondisi real.

5.2 Saran

1. Simulasi dengan semua mode gerakan diperlukan untuk melihat respon pada mode gerakan lain
2. Mempertimbangkan pemilihan material berkenaan dengan massa jenis benda
3. Penambahan *mooring system*
4. Memperbanyak range frekuensi pada saat *running*

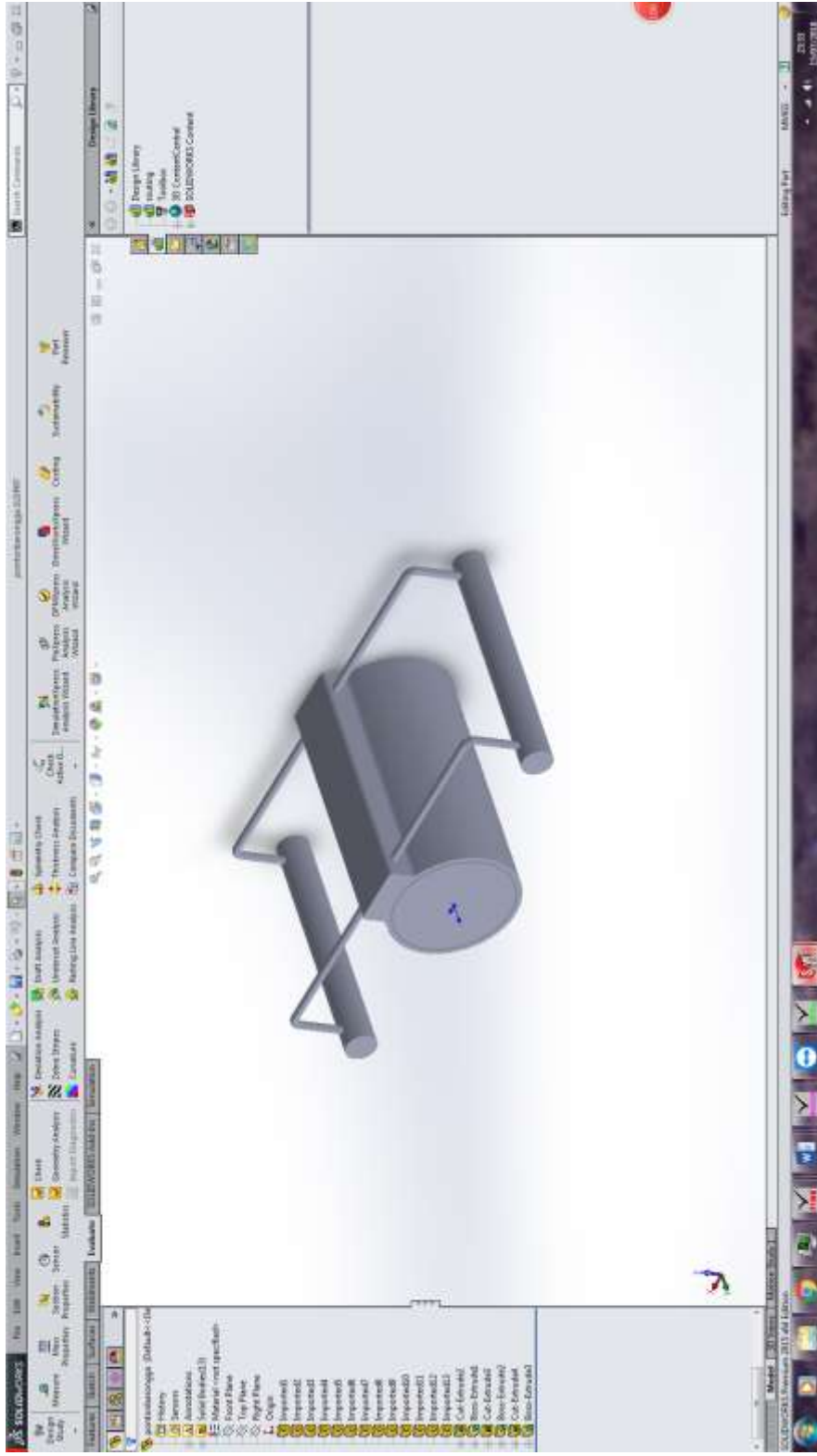
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

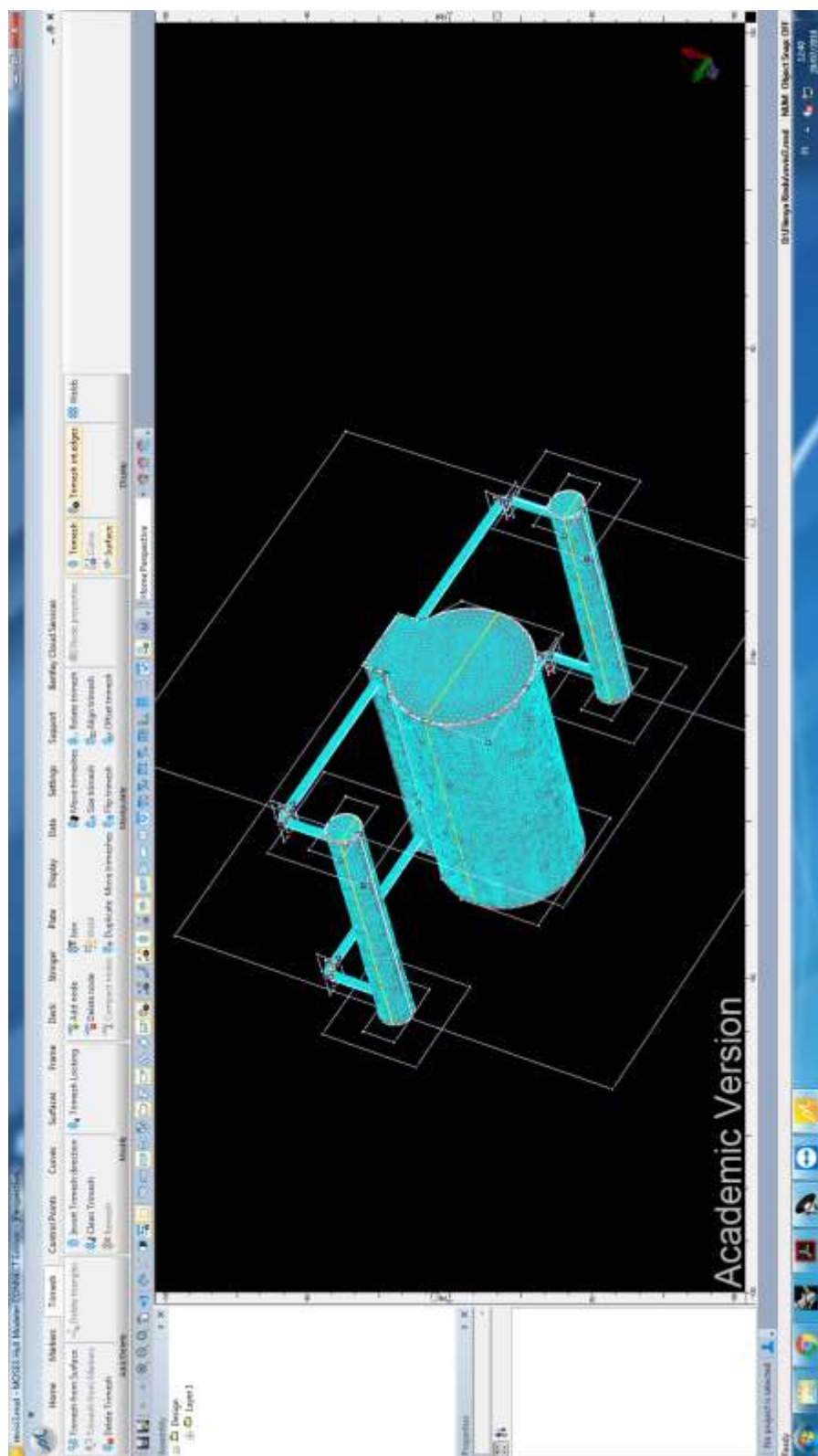
DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia Energy Outlook 2014, Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi, 2014.
- G. Iglesias, M. Alvarez and P. Garcia, "Wave Energy Converters," EOLLS, vol. 55, pp. 235-241, 2013.
- H. T. Benbouzid and M. Benbouzid, "An Up-to-Date Technologies Review and Evaluation," INTERNATIONAL REVIEW OF ELECTRICAL-IREE, vol. 10, no. 1, pp. 56-61, 2015.
- M.A. Arifudin, "Fisika Pelajaran Fisika untuk SMA/MA", 2007
- R. Bhattacharyya, Dynamic of Marine Vehicle, U.S. Naval Academy, Annapolis: Marryland, 1978.
- L.H. Holthuijsen, Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University Press, New York. 2007.
- R. Isnaini, "Analisis Karakteristik Osilasi Pendulum Pada PLTGL-SB", ITS, Surabaya. 2016
- Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin, Tasikmalaya: Tim Lentera Angin Nusantara, 2014.
- Tutorial Blade 3Dimensi, Tasikmalaya: Tim Lentera Angin Nusantara, 2015.
- H. Piggot, Windpower Workshop: Building Your Own Wind Turbine, Centre of Alternative Technology Publications.
- M. H. O.L., Aerodynamics of Wind Turbine, Second Edition, London, 2008.
- S. Mehrangiz, Y. Emami, S. H. S. Sadigh and A. Etemadi, "Various Technologies for Producing Energy from Wave," International Journal of Smart Grid and Clean Energy, vol. 2, no. 2, pp. 289-294, 2013.
- Bentley, MOSES Motion Manual. 2016.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN





SUMMARY DATA
PERIODE 4 DETIK

Summary table

0 m/s; 0 deg; ITTC (2 Param. Pierson Moskowitz / Bretschneider): 3,999 s, 0,755 m

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	3,998	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	4,000 (1,57)	3,090 (2,03)	2,859 (2,20)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	3,998 (1,57)	3,090 (2,03)	2,858 (2,20)	s (rad/s)
Added resistance	0,152	kN	--		--		3,899 (1,61)	3,997 (1,57)	3,977 (1,58)	s (rad/s)
Surge motion	0,017	m^2	0,131	m	0,262	m	5,236 (1,20)	4,723 (1,33)	4,610 (1,36)	s (rad/s)
Sway motion	0,002	m^2	0,046	m	0,091	m	5,094 (1,23)	4,566 (1,38)	4,517 (1,39)	s (rad/s)
Heave motion	0,015	m^2	0,122	m	0,244	m	3,000 (2,09)	3,511 (1,79)	3,487 (1,80)	s (rad/s)
Roll motion	0,24	deg^2	0,49	deg	0,98	deg	3,000 (2,09)	4,005 (1,57)	3,943 (1,59)	s (rad/s)
Pitch motion	14,09	deg^2	3,75	deg	7,51	deg	3,759 (1,67)	3,557 (1,77)	3,537 (1,78)	s (rad/s)
Yaw motion	1,37	deg^2	1,17	deg	2,34	deg	4,595 (1,37)	4,270 (1,47)	4,238 (1,48)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Surge velocity	0,032	m^2/s^2	0,179	m/s	0,357	m/s	5,150 (1,22)	4,253 (1,48)	4,127 (1,52)	s (rad/s)
Sway velocity	0,048	m^2/s^2	0,220	m/s	0,440	m/s	4,964 (1,27)	4,370 (1,44)	4,323 (1,45)	s (rad/s)
Heave velocity	0,048	m^2/s^2	0,220	m/s	0,440	m/s	3,000 (2,09)	3,418 (1,84)	3,399 (1,85)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00019	(rad/s)^2	0,01360	rad/s	0,02720	rad/s	3,000 (2,09)	3,770 (1,67)	3,720 (1,69)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,01354	(rad/s)^2	0,11635	rad/s	0,23271	rad/s	3,295 (1,91)	3,480 (1,81)	3,462 (1,81)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00092	(rad/s)^2	0,03030	rad/s	0,06059	rad/s	4,472 (1,41)	4,143 (1,52)	4,112 (1,53)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,074	m^2/s^4	0,272	m/s^2	0,544	m/s^2	3,000 (2,09)	3,778 (1,66)	3,684 (1,71)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,008	m^2/s^4	0,092	m/s^2	0,184	m/s^2	3,898 (1,61)	4,188 (1,50)	4,146 (1,52)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,165	m^2/s^4	0,407	m/s^2	0,813	m/s^2	3,000 (2,09)	3,345 (1,88)	3,329 (1,89)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00053	(rad/s/s)^2	0,02296	rad/s/s	0,04593	rad/s/s	3,000 (2,09)	3,580 (1,75)	3,541 (1,77)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,04457	(rad/s/s)^2	0,21111	rad/s/s	0,42221	rad/s/s	3,000 (2,09)	3,413 (1,84)	3,399 (1,85)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00214	(rad/s/s)^2	0,04629	rad/s/s	0,09259	rad/s/s	4,129 (1,52)	4,018 (1,56)	3,987 (1,58)	s (rad/s)

**0 m/s; 45 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 3,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	3,998	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	45,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res.		--		--		--	--	--	

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T ₀ (w ₀)	Mean (centroid) T _{bar} (w _{bar})	Mean zero- crossing T _z (w _z)	Period units (Frequency units)
	not calculated									
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	4,000 (1,57)	3,090 (2,03)	2,859 (2,20)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	3,998 (1,57)	3,090 (2,03)	2,858 (2,20)	s (rad/s)
Added resistance	0,241	kN	--		--		3,898 (1,61)	4,013 (1,57)	4,002 (1,57)	s (rad/s)
Surge motion	0,067	m^2	0,259	m	0,517	m	4,347 (1,45)	4,494 (1,40)	4,451 (1,41)	s (rad/s)
Sway motion	0,003	m^2	0,053	m	0,106	m	5,125 (1,23)	4,786 (1,31)	4,732 (1,33)	s (rad/s)
Heave motion	0,016	m^2	0,125	m	0,250	m	3,450 (1,82)	3,601 (1,74)	3,576 (1,76)	s (rad/s)
Roll motion	0,49	deg^2	0,70	deg	1,41	deg	3,926 (1,60)	4,101 (1,53)	4,059 (1,55)	s (rad/s)
Pitch motion	19,14	deg^2	4,38	deg	8,75	deg	3,655 (1,72)	3,602 (1,74)	3,578 (1,76)	s (rad/s)
Yaw motion	6,66	deg^2	2,58	deg	5,16	deg	3,910 (1,61)	3,914 (1,61)	3,881 (1,62)	s (rad/s)
Surge velocity	0,133	m^2/s ^2	0,365	m/s	0,730	m/s	4,347 (1,45)	4,328 (1,45)	4,290 (1,46)	s (rad/s)
Sway velocity	0,048	m^2/s ^2	0,219	m/s	0,439	m/s	5,024 (1,25)	4,555 (1,38)	4,486 (1,40)	s (rad/s)
Heave velocity	0,048	m^2/s ^2	0,219	m/s	0,439	m/s	3,361 (1,87)	3,507 (1,79)	3,487 (1,80)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00036	(rad/s) ^2	0,01898	rad/s	0,03796	rad/s	3,898 (1,61)	3,935 (1,60)	3,897 (1,61)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,01798	(rad/s) ^2	0,13408	rad/s	0,26815	rad/s	3,176 (1,98)	3,509 (1,79)	3,489 (1,80)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00531	(rad/s) ^2	0,07288	rad/s	0,14577	rad/s	3,844 (1,63)	3,788 (1,66)	3,758 (1,67)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,286	m^2/s ^4	0,535	m/s^2	1,070	m/s^2	4,138 (1,52)	4,179 (1,50)	4,146 (1,52)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,010	m^2/s ^4	0,099	m/s^2	0,198	m/s^2	4,928 (1,28)	4,269 (1,47)	4,190 (1,50)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,156	m^2/s ^4	0,395	m/s^2	0,791	m/s^2	3,000 (2,09)	3,429 (1,83)	3,412 (1,84)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00094	(rad/s/ s)^2	0,03060	rad/s/ s	0,06120	rad/s/ s	3,898 (1,61)	3,786 (1,66)	3,752 (1,67)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,05829	(rad/s/ s)^2	0,24143	rad/s/ s	0,48286	rad/s/ s	3,000 (2,09)	3,431 (1,83)	3,414 (1,84)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,01484	(rad/s/ s)^2	0,12183	rad/s/ s	0,24366	rad/s/ s	3,642 (1,73)	3,676 (1,71)	3,651 (1,72)	s (rad/s)

**0 m/s; 90 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 3,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T ₀ (w ₀)	Mean (centroid) T _{bar} (w _{bar})	Mean zero- crossing T _z (w _z)	Period units (Frequency units)
Modal period	3,998	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	90,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	4,000 (1,57)	3,090 (2,03)	2,859 (2,20)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	3,998 (1,57)	3,090 (2,03)	2,858 (2,20)	s (rad/s)
Added resistance	0,453	kN	--		--		3,898 (1,61)	3,972 (1,58)	3,960 (1,59)	s (rad/s)
Surge motion	0,312	m^2	0,558	m	1,116	m	4,347 (1,45)	4,231 (1,48)	4,197 (1,50)	s (rad/s)
Sway motion	0,006	m^2	0,076	m	0,151	m	5,145 (1,22)	4,657 (1,35)	4,607 (1,36)	s (rad/s)
Heave motion	0,041	m^2	0,202	m	0,403	m	3,450 (1,82)	3,643 (1,72)	3,619 (1,74)	s (rad/s)
Roll motion	1,94	deg^2	1,39	deg	2,79	deg	3,898 (1,61)	3,896 (1,61)	3,863 (1,63)	s (rad/s)
Pitch motion	54,11	deg^2	7,36	deg	14,71	deg	3,898 (1,61)	3,734 (1,68)	3,711 (1,69)	s (rad/s)
Yaw motion	23,60	deg^2	4,86	deg	9,72	deg	3,898 (1,61)	3,836 (1,64)	3,809 (1,65)	s (rad/s)
Surge velocity	0,698	m^2/s ^2	0,836	m/s	1,671	m/s	4,268 (1,47)	4,096 (1,53)	4,065 (1,55)	s (rad/s)
Sway velocity	0,123	m^2/s ^2	0,350	m/s	0,700	m/s	5,035 (1,25)	4,456 (1,41)	4,403 (1,43)	s (rad/s)
Heave velocity	0,123	m^2/s ^2	0,350	m/s	0,700	m/s	3,449 (1,82)	3,549 (1,77)	3,528 (1,78)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00156	(rad/s) ^2	0,03954	rad/s	0,07909	rad/s	3,898 (1,61)	3,768 (1,67)	3,738 (1,68)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,04724	(rad/s) ^2	0,21734	rad/s	0,43468	rad/s	3,801 (1,65)	3,644 (1,72)	3,622 (1,73)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Yaw velocity	0,01956	(rad/s) ^{^2}	0,13985	rad/s	0,27971	rad/s	3,761 (1,67)	3,732 (1,68)	3,709 (1,69)	s (rad/s)
Surge acceleration	1,669	m ^{^2} /s ^{^4}	1,292	m/s ^{^2}	2,583	m/s ^{^2}	4,019 (1,56)	3,974 (1,58)	3,946 (1,59)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,022	m ^{^2} /s ^{^4}	0,147	m/s ^{^2}	0,295	m/s ^{^2}	4,124 (1,52)	4,244 (1,48)	4,189 (1,50)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,389	m ^{^2} /s ^{^4}	0,623	m/s ^{^2}	1,247	m/s ^{^2}	3,449 (1,82)	3,469 (1,81)	3,451 (1,82)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00442	(rad/s/s) ^{^2}	0,06646	rad/s/s	0,13292	rad/s/s	3,859 (1,63)	3,653 (1,72)	3,627 (1,73)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,14208	(rad/s/s) ^{^2}	0,37694	rad/s/s	0,75388	rad/s/s	3,596 (1,75)	3,561 (1,76)	3,542 (1,77)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,05614	(rad/s/s) ^{^2}	0,23693	rad/s/s	0,47387	rad/s/s	3,529 (1,78)	3,641 (1,73)	3,620 (1,74)	s (rad/s)

**0 m/s; 135 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 3,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	3,998	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	135,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m ^{^3}			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m ^{^2}	0,189	m	0,377	m	4,000 (1,57)	3,090 (2,03)	2,859 (2,20)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m ^{^2}	0,189	m	0,377	m	3,998 (1,57)	3,090 (2,03)	2,858 (2,20)	s (rad/s)
Added resistance	0,377	kN	--		--		3,898 (1,61)	3,999 (1,57)	3,989 (1,58)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Surge motion	0,278	m^2	0,527	m	1,054	m	4,347 (1,45)	4,286 (1,47)	4,250 (1,48)	s (rad/s)
Sway motion	0,006	m^2	0,077	m	0,154	m	5,056 (1,24)	4,591 (1,37)	4,540 (1,38)	s (rad/s)
Heave motion	0,037	m^2	0,192	m	0,384	m	3,449 (1,82)	3,615 (1,74)	3,589 (1,75)	s (rad/s)
Roll motion	1,59	deg^2	1,26	deg	2,52	deg	4,107 (1,53)	3,979 (1,58)	3,943 (1,59)	s (rad/s)
Pitch motion	31,19	deg^2	5,58	deg	11,17	deg	3,898 (1,61)	3,721 (1,69)	3,698 (1,70)	s (rad/s)
Yaw motion	16,98	deg^2	4,12	deg	8,24	deg	3,910 (1,61)	3,906 (1,61)	3,878 (1,62)	s (rad/s)
Surge velocity	0,607	m^2/s ^2	0,779	m/s	1,558	m/s	4,347 (1,45)	4,143 (1,52)	4,109 (1,53)	s (rad/s)
Sway velocity	0,113	m^2/s ^2	0,336	m/s	0,671	m/s	4,347 (1,45)	4,384 (1,43)	4,329 (1,45)	s (rad/s)
Heave velocity	0,113	m^2/s ^2	0,336	m/s	0,671	m/s	3,449 (1,82)	3,517 (1,79)	3,496 (1,80)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00123	(rad/s) ^2	0,03510	rad/s	0,07020	rad/s	3,898 (1,61)	3,837 (1,64)	3,803 (1,65)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,02742	(rad/s) ^2	0,16558	rad/s	0,33116	rad/s	3,851 (1,63)	3,631 (1,73)	3,610 (1,74)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,01357	(rad/s) ^2	0,11650	rad/s	0,23300	rad/s	3,843 (1,64)	3,798 (1,65)	3,773 (1,67)	s (rad/s)
Surge acceleration	1,418	m^2/s ^4	1,191	m/s^2	2,382	m/s^2	4,196 (1,50)	4,010 (1,57)	3,978 (1,58)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,024	m^2/s ^4	0,155	m/s^2	0,309	m/s^2	4,321 (1,45)	4,160 (1,51)	4,101 (1,53)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,364	m^2/s ^4	0,603	m/s^2	1,206	m/s^2	3,000 (2,09)	3,436 (1,83)	3,418 (1,84)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00336	(rad/s/ s)^2	0,05798	rad/s/ s	0,11596	rad/s/ s	3,898 (1,61)	3,705 (1,70)	3,674 (1,71)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,08303	(rad/s/ s)^2	0,28814	rad/s/ s	0,57629	rad/s/ s	3,654 (1,72)	3,549 (1,77)	3,529 (1,78)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,03763	(rad/s/ s)^2	0,19398	rad/s/ s	0,38795	rad/s/ s	3,638 (1,73)	3,702 (1,70)	3,680 (1,71)	s (rad/s)

**0 m/s; 180 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 3,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	3,998	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	180,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3	l		--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	4,000 (1,57)	3,090 (2,03)	2,859 (2,20)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	3,998 (1,57)	3,090 (2,03)	2,858 (2,20)	s (rad/s)
Added resistance	0,235	kN	--		--		3,898 (1,61)	4,007 (1,57)	3,996 (1,57)	s (rad/s)
Surge motion	0,181	m^2	0,426	m	0,852	m	4,348 (1,44)	4,353 (1,44)	4,316 (1,46)	s (rad/s)
Sway motion	0,007	m^2	0,085	m	0,169	m	4,347 (1,45)	4,369 (1,44)	4,331 (1,45)	s (rad/s)
Heave motion	0,015	m^2	0,122	m	0,244	m	3,816 (1,65)	3,680 (1,71)	3,650 (1,72)	s (rad/s)
Roll motion	1,49	deg^2	1,22	deg	2,44	deg	4,207 (1,49)	4,008 (1,57)	3,978 (1,58)	s (rad/s)
Pitch motion	14,35	deg^2	3,79	deg	7,58	deg	3,898 (1,61)	3,725 (1,69)	3,702 (1,70)	s (rad/s)
Yaw motion	8,21	deg^2	2,86	deg	5,73	deg	4,165 (1,51)	4,027 (1,56)	4,000 (1,57)	s (rad/s)
Surge velocity	0,384	m^2/s^2	0,620	m/s	1,240	m/s	4,347 (1,45)	4,206 (1,49)	4,171 (1,51)	s (rad/s)
Sway velocity	0,044	m^2/s^2	0,210	m/s	0,420	m/s	4,347 (1,45)	4,223 (1,49)	4,189 (1,50)	s (rad/s)
Heave velocity	0,044	m^2/s^2	0,210	m/s	0,420	m/s	3,000 (2,09)	3,567 (1,76)	3,542 (1,77)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00114	(rad/s)^2	0,03369	rad/s	0,06739	rad/s	4,007 (1,57)	3,892 (1,61)	3,865 (1,63)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,01259	(rad/s)^2	0,11219	rad/s	0,22439	rad/s	3,828 (1,64)	3,635 (1,73)	3,614 (1,74)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00617	(rad/s)^2	0,07854	rad/s	0,15707	rad/s	3,949 (1,59)	3,920 (1,60)	3,895 (1,61)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,872	m^2/s^4	0,934	m/s^2	1,868	m/s^2	4,287 (1,47)	4,067 (1,54)	4,034 (1,56)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,034	m^2/s^4	0,184	m/s^2	0,368	m/s^2	4,215 (1,49)	4,090 (1,54)	4,060 (1,55)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,139	m^2/s^4	0,373	m/s^2	0,745	m/s^2	3,000 (2,09)	3,471 (1,81)	3,450 (1,82)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00300	(rad/s/s)^2	0,05477	rad/s/s	0,10954	rad/s/s	3,594 (1,75)	3,790 (1,66)	3,767 (1,67)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,03804	(rad/s/s)^2	0,19505	rad/s/s	0,39010	rad/s/s	3,618 (1,74)	3,552 (1,77)	3,533 (1,78)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,01605	(rad/s/s)^2	0,12669	rad/s/s	0,25338	rad/s/s	3,794 (1,66)	3,822 (1,64)	3,800 (1,65)	s (rad/s)

SUMMARY DATA
PERIODE 6 DETIK

Summary table

0 m/s; 0 deg; ITTC(2 Param. Pierson

Moskowitz\Bretschneider): 5,999 s, 0,755 m

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero- crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	5,996	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,998 (1,05)	4,634 (1,36)	4,287 (1,47)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,996 (1,05)	4,633 (1,36)	4,286 (1,47)	s (rad/s)
Added resistance	0,102	kN	--		--		4,347 (1,45)	4,211 (1,49)	4,185 (1,50)	s (rad/s)
Surge motion	0,220	m^2	0,469	m	0,938	m	6,516 (0,96)	6,294 (1,00)	6,227 (1,01)	s (rad/s)
Sway motion	0,012	m^2	0,111	m	0,222	m	6,144 (1,02)	5,957 (1,05)	5,881 (1,07)	s (rad/s)
Heave motion	0,007	m^2	0,084	m	0,169	m	3,014 (2,08)	3,867 (1,62)	3,800 (1,65)	s (rad/s)
Roll motion	0,50	deg^2	0,71	deg	1,41	deg	5,695 (1,10)	5,310 (1,18)	5,200 (1,21)	s (rad/s)
Pitch motion	6,55	deg^2	2,56	deg	5,12	deg	3,894 (1,61)	3,837 (1,64)	3,785 (1,66)	s (rad/s)
Yaw motion	2,14	deg^2	1,46	deg	2,92	deg	4,804 (1,31)	5,109 (1,23)	5,008 (1,25)	s (rad/s)
Surge velocity	0,224	m^2/s ^2	0,473	m/s	0,947	m/s	6,144 (1,02)	6,019 (1,04)	5,937 (1,06)	s (rad/s)
Sway velocity	0,019	m^2/s ^2	0,139	m/s	0,279	m/s	5,991 (1,05)	5,646 (1,11)	5,562 (1,13)	s (rad/s)
Heave velocity	0,019	m^2/s ^2	0,139	m/s	0,279	m/s	3,014 (2,08)	3,633 (1,73)	3,592 (1,75)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Roll velocity	0,00022	(rad/s) ^{^2}	0,01487	rad/s	0,02974	rad/s	5,569 (1,13)	4,858 (1,29)	4,736 (1,33)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00550	(rad/s) ^{^2}	0,07418	rad/s	0,14836	rad/s	3,894 (1,61)	3,653 (1,72)	3,621 (1,74)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00102	(rad/s) ^{^2}	0,03201	rad/s	0,06402	rad/s	4,793 (1,31)	4,741 (1,33)	4,669 (1,35)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,251	m ^{^2} /s ^{^4}	0,501	m/s ^{^2}	1,002	m/s ^{^2}	5,950 (1,06)	5,660 (1,11)	5,536 (1,13)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,018	m ^{^2} /s ^{^4}	0,134	m/s ^{^2}	0,268	m/s ^{^2}	5,695 (1,10)	5,303 (1,18)	5,211 (1,21)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,059	m ^{^2} /s ^{^4}	0,244	m/s ^{^2}	0,488	m/s ^{^2}	3,014 (2,08)	3,487 (1,80)	3,459 (1,82)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00039	(rad/s/s) ^{^2}	0,01972	rad/s/s	0,03945	rad/s/s	3,014 (2,08)	4,377 (1,44)	4,263 (1,47)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,01657	(rad/s/s) ^{^2}	0,12872	rad/s/s	0,25745	rad/s/s	3,242 (1,94)	3,534 (1,78)	3,511 (1,79)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00186	(rad/s/s) ^{^2}	0,04307	rad/s/s	0,08614	rad/s/s	4,793 (1,31)	4,476 (1,40)	4,420 (1,42)	s (rad/s)

**0 m/s; 45 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 5,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	5,996	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	45,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m ^{^3}			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,998 (1,05)	4,634 (1,36)	4,287 (1,47)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,996 (1,05)	4,633 (1,36)	4,286 (1,47)	s (rad/s)
Added resistance	0,152	kN	--		--		3,901 (1,61)	4,149 (1,51)	4,133 (1,52)	s (rad/s)
Surge motion	0,366	m^2	0,605	m	1,209	m	6,365 (0,99)	6,002 (1,05)	5,910 (1,06)	s (rad/s)
Sway motion	0,022	m^2	0,150	m	0,299	m	6,144 (1,02)	6,053 (1,04)	5,987 (1,05)	s (rad/s)
Heave motion	0,008	m^2	0,087	m	0,175	m	3,954 (1,59)	3,883 (1,62)	3,834 (1,64)	s (rad/s)
Roll motion	0,85	deg^2	0,92	deg	1,84	deg	5,695 (1,10)	5,152 (1,22)	5,053 (1,24)	s (rad/s)
Pitch motion	9,83	deg^2	3,13	deg	6,27	deg	4,347 (1,45)	3,953 (1,59)	3,892 (1,61)	s (rad/s)
Yaw motion	5,98	deg^2	2,45	deg	4,89	Deg	4,793 (1,31)	4,590 (1,37)	4,495 (1,40)	s (rad/s)
Surge velocity	0,413	m^2/s^2	0,643	m/s	1,286	m/s	6,141 (1,02)	5,629 (1,12)	5,531 (1,14)	s (rad/s)
Sway velocity	0,021	m^2/s^2	0,143	m/s	0,286	m/s	5,948 (1,06)	5,785 (1,09)	5,715 (1,10)	s (rad/s)
Heave velocity	0,021	m^2/s^2	0,143	m/s	0,286	m/s	3,449 (1,82)	3,705 (1,70)	3,670 (1,71)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00040	(rad/s)^2	0,01996	rad/s	0,03992	rad/s	5,437 (1,16)	4,762 (1,32)	4,667 (1,35)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00780	(rad/s)^2	0,08832	rad/s	0,17665	rad/s	3,894 (1,61)	3,733 (1,68)	3,693 (1,70)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00356	(rad/s)^2	0,05967	rad/s	0,11933	rad/s	4,347 (1,45)	4,244 (1,48)	4,176 (1,50)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,533	m^2/s^4	0,730	m/s^2	1,460	m/s^2	5,714 (1,10)	5,237 (1,20)	5,138 (1,22)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,030	m^2/s^4	0,173	m/s^2	0,346	m/s^2	5,695 (1,10)	5,496 (1,14)	5,414 (1,16)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,060	m^2/s^4	0,245	m/s^2	0,490	m/s^2	3,014 (2,08)	3,574 (1,76)	3,548 (1,77)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00072	(rad/s/s)^2	0,02687	rad/s/s	0,05374	rad/s/s	5,244 (1,20)	4,397 (1,43)	4,315 (1,46)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,02258	(rad/s/s)^2	0,15027	rad/s/s	0,30053	rad/s/s	3,014 (2,08)	3,586 (1,75)	3,557 (1,77)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00806	(rad/s/s)^2	0,08976	rad/s/s	0,17952	rad/s/s	3,901 (1,61)	3,996 (1,57)	3,946 (1,59)	s (rad/s)

**0 m/s; 90 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 5,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero- crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	5,996	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	90,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,998 (1,05)	4,634 (1,36)	4,287 (1,47)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,996 (1,05)	4,633 (1,36)	4,286 (1,47)	s (rad/s)
Added resistance	0,271	kN	--		--		3,901 (1,61)	4,096 (1,53)	4,080 (1,54)	s (rad/s)
Surge motion	0,758	m^2	0,870	m	1,741	m	6,144 (1,02)	5,527 (1,14)	5,410 (1,16)	s (rad/s)
Sway motion	0,040	m^2	0,200	m	0,401	m	6,144 (1,02)	6,045 (1,04)	5,970 (1,05)	s (rad/s)
Heave motion	0,021	m^2	0,144	m	0,288	m	4,239 (1,48)	3,919 (1,60)	3,875 (1,62)	s (rad/s)
Roll motion	1,90	deg^2	1,38	deg	2,76	deg	5,695 (1,10)	4,678 (1,34)	4,578 (1,37)	s (rad/s)
Pitch motion	29,50	deg^2	5,43	deg	10,86	deg	4,347 (1,45)	4,008 (1,57)	3,965 (1,58)	s (rad/s)
Yaw motion	16,54	deg^2	4,07	deg	8,13	deg	4,347 (1,45)	4,305 (1,46)	4,235 (1,48)	s (rad/s)
Surge velocity	1,022	m^2/s ^2	1,011	m/s	2,022	m/s	5,948 (1,06)	5,068 (1,24)	4,961 (1,27)	s (rad/s)
Sway velocity	0,054	m^2/s ^2	0,233	m/s	0,467	m/s	6,002 (1,05)	5,742 (1,09)	5,661 (1,11)	s (rad/s)
Heave velocity	0,054	m^2/s ^2	0,233	m/s	0,467	m/s	3,449 (1,82)	3,754 (1,67)	3,720 (1,69)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00109	(rad/s) ^2	0,03304	rad/s	0,06607	rad/s	4,347 (1,45)	4,302 (1,46)	4,224 (1,49)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Pitch velocity	0,02256	(rad/s) ^{^2}	0,15021	rad/s	0,30042	rad/s	3,901 (1,61)	3,847 (1,63)	3,814 (1,65)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,01109	(rad/s) ^{^2}	0,10532	rad/s	0,21064	rad/s	3,901 (1,61)	4,050 (1,55)	4,001 (1,57)	s (rad/s)
Surge acceleration	1,639	m ^{^2} /s ^{^4}	1,280	m/s ^{^2}	2,560	m/s ^{^2}	4,347 (1,45)	4,663 (1,35)	4,576 (1,37)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,055	m ^{^2} /s ^{^4}	0,234	m/s ^{^2}	0,468	m/s ^{^2}	5,695 (1,10)	5,414 (1,16)	5,325 (1,18)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,155	m ^{^2} /s ^{^4}	0,394	m/s ^{^2}	0,788	m/s ^{^2}	3,449 (1,82)	3,623 (1,73)	3,595 (1,75)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00241	(rad/s/ ^s) ^{^2}	0,04913	rad/s/ ^s	0,09827	rad/s/ ^s	3,901 (1,61)	4,015 (1,56)	3,958 (1,59)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,06125	(rad/s/ ^s) ^{^2}	0,24748	rad/s/ ^s	0,49496	rad/s/ ^s	3,894 (1,61)	3,720 (1,69)	3,693 (1,70)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,02735	(rad/s/ ^s) ^{^2}	0,16538	rad/s/ ^s	0,33075	rad/s/ ^s	3,894 (1,61)	3,869 (1,62)	3,832 (1,64)	s (rad/s)

**0 m/s; 135 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 5,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	5,996	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	135,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m ^{^3}			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m ^{^2}	0,189	m	0,377	m	5,998 (1,05)	4,634 (1,36)	4,287 (1,47)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,996 (1,05)	4,633 (1,36)	4,286 (1,47)	s (rad/s)
Added resistance	0,232	kN	--		--		3,901 (1,61)	4,123 (1,52)	4,108 (1,53)	s (rad/s)
Surge motion	0,711	m^2	0,843	m	1,686	m	6,144 (1,02)	5,530 (1,14)	5,421 (1,16)	s (rad/s)
Sway motion	0,035	m^2	0,186	m	0,373	m	6,144 (1,02)	5,961 (1,05)	5,882 (1,07)	s (rad/s)
Heave motion	0,019	m^2	0,136	m	0,272	m	4,347 (1,45)	3,904 (1,61)	3,857 (1,63)	s (rad/s)
Roll motion	1,76	deg^2	1,33	deg	2,65	deg	5,671 (1,11)	4,771 (1,32)	4,677 (1,34)	s (rad/s)
Pitch motion	16,52	deg^2	4,06	deg	8,13	deg	4,347 (1,45)	3,979 (1,58)	3,937 (1,60)	s (rad/s)
Yaw motion	13,08	deg^2	3,62	deg	7,23	deg	4,347 (1,45)	4,402 (1,43)	4,331 (1,45)	s (rad/s)
Surge velocity	0,955	m^2/s^2	0,977	m/s	1,954	m/s	5,695 (1,10)	5,106 (1,23)	5,005 (1,26)	s (rad/s)
Sway velocity	0,049	m^2/s^2	0,222	m/s	0,443	m/s	5,888 (1,07)	5,640 (1,11)	5,555 (1,13)	s (rad/s)
Heave velocity	0,049	m^2/s^2	0,222	m/s	0,443	m/s	3,449 (1,82)	3,730 (1,68)	3,693 (1,70)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00097	(rad/s)^2	0,03109	rad/s	0,06219	rad/s	4,347 (1,45)	4,416 (1,42)	4,338 (1,45)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,01282	(rad/s)^2	0,11323	rad/s	0,22645	rad/s	3,901 (1,61)	3,823 (1,64)	3,791 (1,66)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00839	(rad/s)^2	0,09157	rad/s	0,18314	rad/s	4,347 (1,45)	4,143 (1,52)	4,093 (1,54)	s (rad/s)
Surge acceleration	1,504	m^2/s^4	1,226	m/s^2	2,453	m/s^2	4,347 (1,45)	4,722 (1,33)	4,637 (1,35)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,051	m^2/s^4	0,225	m/s^2	0,451	m/s^2	5,695 (1,10)	5,293 (1,19)	5,199 (1,21)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,142	m^2/s^4	0,377	m/s^2	0,754	m/s^2	3,449 (1,82)	3,593 (1,75)	3,564 (1,76)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00203	(rad/s/s)^2	0,04503	rad/s/s	0,09007	rad/s/s	4,266 (1,47)	4,123 (1,52)	4,061 (1,55)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,03522	(rad/s/s)^2	0,18767	rad/s/s	0,37534	rad/s/s	3,894 (1,61)	3,701 (1,70)	3,675 (1,71)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,01976	(rad/s/s)^2	0,14057	rad/s/s	0,28115	rad/s/s	3,901 (1,61)	3,955 (1,59)	3,916 (1,60)	s (rad/s)

**0 m/s; 180 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 5,999 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	5,996	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	180,0	deg	--		--		--	--	--	

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,998 (1,05)	4,634 (1,36)	4,287 (1,47)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	5,996 (1,05)	4,633 (1,36)	4,286 (1,47)	s (rad/s)
Added resistance	0,148	kN	--		--		3,901 (1,61)	4,151 (1,51)	4,133 (1,52)	s (rad/s)
Surge motion	0,517	m^2	0,719	m	1,438	m	6,144 (1,02)	5,581 (1,13)	5,479 (1,15)	s (rad/s)
Sway motion	0,022	m^2	0,147	m	0,295	m	6,141 (1,02)	5,599 (1,12)	5,504 (1,14)	s (rad/s)
Heave motion	0,008	m^2	0,091	m	0,182	m	4,347 (1,45)	4,033 (1,56)	3,977 (1,58)	s (rad/s)
Roll motion	1,54	deg^2	1,24	deg	2,48	deg	4,347 (1,45)	4,688 (1,34)	4,607 (1,36)	s (rad/s)
Pitch motion	7,58	deg^2	2,75	deg	5,51	deg	4,347 (1,45)	3,977 (1,58)	3,935 (1,60)	s (rad/s)
Yaw motion	7,48	deg^2	2,73	deg	5,47	Deg	4,793 (1,31)	4,564 (1,38)	4,493 (1,40)	s (rad/s)
Surge velocity	0,680	m^2/s^2	0,825	m/s	1,649	m/s	5,695 (1,10)	5,184 (1,21)	5,089 (1,23)	s (rad/s)
Sway velocity	0,021	m^2/s^2	0,144	m/s	0,288	m/s	5,695 (1,10)	5,223 (1,20)	5,131 (1,22)	s (rad/s)
Heave velocity	0,021	m^2/s^2	0,144	m/s	0,288	m/s	4,230 (1,49)	3,825 (1,64)	3,782 (1,66)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00087	(rad/s)^2	0,02956	rad/s	0,05913	rad/s	4,347 (1,45)	4,383 (1,43)	4,319 (1,45)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00589	(rad/s)^2	0,07673	rad/s	0,15346	rad/s	3,894 (1,61)	3,823 (1,64)	3,792 (1,66)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00445	(rad/s)^2	0,06674	rad/s	0,13348	rad/s	4,347 (1,45)	4,305 (1,46)	4,253 (1,48)	s (rad/s)
Surge acceleration	1,036	m^2/s^4	1,018	m/s^2	2,036	m/s^2	4,793 (1,31)	4,817 (1,30)	4,733 (1,33)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,042	m^2/s^4	0,206	m/s^2	0,412	m/s^2	5,573 (1,13)	4,863 (1,29)	4,780 (1,31)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,057	m^2/s^4	0,239	m/s^2	0,479	m/s^2	3,014 (2,08)	3,664 (1,71)	3,630 (1,73)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00185	(rad/s/s)^2	0,04301	rad/s/s	0,08603	rad/s/s	4,347 (1,45)	4,141 (1,52)	4,091 (1,54)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,01617	(rad/s/s)^2	0,12715	rad/s/s	0,25429	rad/s/s	3,894 (1,61)	3,704 (1,70)	3,677 (1,71)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00972	(rad/s/s)^2	0,09859	rad/s/s	0,19718	rad/s/s	4,328 (1,45)	4,112 (1,53)	4,071 (1,54)	s (rad/s)

SUMMARY DATA
PERIODE 8 DETIK

Summary table

0 m/s; 0 deg; ITTC(2 Param. Pierson

Moskowitz\Bretschneider): 7,997 s, 0,755 m

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero- crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	7,993	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,997 (0,79)	6,178 (1,02)	5,716 (1,10)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,994 (0,79)	6,177 (1,02)	5,715 (1,10)	s (rad/s)
Added resistance	0,042	kN	--		--		4,335 (1,45)	4,275 (1,47)	4,244 (1,48)	s (rad/s)
Surge motion	0,393	m^2	0,627	m	1,254	m	7,940 (0,79)	7,368 (0,85)	7,251 (0,87)	s (rad/s)
Sway motion	0,016	m^2	0,126	m	0,253	m	7,233 (0,87)	6,881 (0,91)	6,759 (0,93)	s (rad/s)
Heave motion	0,005	m^2	0,068	m	0,136	m	9,001 (0,70)	5,091 (1,23)	4,721 (1,33)	s (rad/s)
Roll motion	0,40	deg^2	0,64	deg	1,27	deg	6,150 (1,02)	6,001 (1,05)	5,856 (1,07)	s (rad/s)
Pitch motion	2,91	deg^2	1,71	deg	3,41	deg	3,895 (1,61)	4,198 (1,50)	4,069 (1,54)	s (rad/s)
Yaw motion	3,16	deg^2	1,78	deg	3,55	deg	9,101 (0,69)	7,150 (0,88)	6,826 (0,92)	s (rad/s)
Surge velocity	0,295	m^2/s ^2	0,543	m/s	1,086	m/s	7,314 (0,86)	6,905 (0,91)	6,786 (0,93)	s (rad/s)
Sway velocity	0,008	m^2/s ^2	0,091	m/s	0,181	m/s	6,590 (0,95)	6,395 (0,98)	6,273 (1,00)	s (rad/s)
Heave velocity	0,008	m^2/s ^2	0,091	m/s	0,181	m/s	3,011 (2,09)	3,950 (1,59)	3,827 (1,64)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00014	(rad/s) ^2	0,01190	rad/s	0,02381	rad/s	5,729 (1,10)	5,413 (1,16)	5,254 (1,20)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Pitch velocity	0,00212	(rad/s) ^{^2}	0,04600	rad/s	0,09200	rad/s	3,895 (1,61)	3,776 (1,66)	3,718 (1,69)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00081	(rad/s) ^{^2}	0,02853	rad/s	0,05707	rad/s	8,463 (0,74)	5,916 (1,06)	5,655 (1,11)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,253	m^2/s ^{^4}	0,503	m/s^2	1,006	m/s^2	6,598 (0,95)	6,423 (0,98)	6,285 (1,00)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,014	m^2/s ^{^4}	0,118	m/s^2	0,236	m/s^2	6,150 (1,02)	5,909 (1,06)	5,785 (1,09)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,022	m^2/s ^{^4}	0,149	m/s^2	0,297	m/s^2	3,011 (2,09)	3,566 (1,76)	3,520 (1,79)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00020	(rad/s/s) ^{^2}	0,01423	rad/s/s	0,02847	rad/s/s	5,693 (1,10)	4,783 (1,31)	4,627 (1,36)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,00604	(rad/s/s) ^{^2}	0,07773	rad/s/s	0,15546	rad/s/s	3,364 (1,87)	3,579 (1,76)	3,548 (1,77)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00101	(rad/s/s) ^{^2}	0,03170	rad/s/s	0,06340	rad/s/s	4,802 (1,31)	5,009 (1,25)	4,860 (1,29)	s (rad/s)

**0 m/s; 45 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 7,997 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	7,993	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	45,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,997 (0,79)	6,178 (1,02)	5,716 (1,10)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,994 (0,79)	6,177 (1,02)	5,715 (1,10)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Added resistance	0,060	kN	--		--		3,939 (1,60)	4,190 (1,50)	4,171 (1,51)	s (rad/s)
Surge motion	0,567	m^2	0,753	m	1,506	m	7,937 (0,79)	7,164 (0,88)	7,020 (0,89)	s (rad/s)
Sway motion	0,032	m^2	0,180	m	0,359	m	7,745 (0,81)	7,068 (0,89)	6,941 (0,91)	s (rad/s)
Heave motion	0,004	m^2	0,066	m	0,132	m	9,265 (0,68)	4,851 (1,30)	4,551 (1,38)	s (rad/s)
Roll motion	0,63	deg^2	0,80	deg	1,59	deg	6,150 (1,02)	5,821 (1,08)	5,675 (1,11)	s (rad/s)
Pitch motion	4,53	deg^2	2,13	deg	4,26	deg	4,335 (1,45)	4,348 (1,45)	4,208 (1,49)	s (rad/s)
Yaw motion	5,40	deg^2	2,32	deg	4,65	deg	8,786 (0,72)	6,119 (1,03)	5,772 (1,09)	s (rad/s)
Surge velocity	0,454	m^2/s^2	0,674	m/s	1,348	m/s	7,096 (0,89)	6,588 (0,95)	6,438 (0,98)	s (rad/s)
Sway velocity	0,008	m^2/s^2	0,091	m/s	0,183	m/s	6,881 (0,91)	6,574 (0,96)	6,455 (0,97)	s (rad/s)
Heave velocity	0,008	m^2/s^2	0,091	m/s	0,183	m/s	3,895 (1,61)	3,940 (1,59)	3,846 (1,63)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00024	(rad/s)^2	0,01537	rad/s	0,03074	rad/s	5,693 (1,10)	5,251 (1,20)	5,114 (1,23)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00308	(rad/s)^2	0,05548	rad/s	0,11095	rad/s	3,895 (1,61)	3,882 (1,62)	3,813 (1,65)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00195	(rad/s)^2	0,04413	rad/s	0,08827	rad/s	4,786 (1,31)	4,908 (1,28)	4,710 (1,33)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,433	m^2/s^4	0,658	m/s^2	1,315	m/s^2	6,590 (0,95)	5,991 (1,05)	5,840 (1,08)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,025	m^2/s^4	0,158	m/s^2	0,316	m/s^2	6,150 (1,02)	6,110 (1,03)	5,995 (1,05)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,022	m^2/s^4	0,149	m/s^2	0,298	m/s^2	3,430 (1,83)	3,639 (1,73)	3,599 (1,75)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00036	(rad/s/s)^2	0,01888	rad/s/s	0,03777	rad/s/s	5,534 (1,14)	4,727 (1,33)	4,609 (1,36)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,00836	(rad/s/s)^2	0,09142	rad/s/s	0,18283	rad/s/s	3,092 (2,03)	3,645 (1,72)	3,606 (1,74)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00347	(rad/s/s)^2	0,05887	rad/s/s	0,11774	rad/s/s	4,031 (1,56)	4,248 (1,48)	4,151 (1,51)	s (rad/s)

0 m/s; 90 deg; ITTC(2 Param. Pierson

Moskowitz\Bretschneider): 7,997 s, 0,755 m

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero- crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	7,993	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	90,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,997 (0,79)	6,178 (1,02)	5,716 (1,10)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,994 (0,79)	6,177 (1,02)	5,715 (1,10)	s (rad/s)
Added resistance	0,105	kN	--		--		3,917 (1,60)	4,127 (1,52)	4,110 (1,53)	s (rad/s)
Surge motion	0,929	m^2	0,964	m	1,928	m	7,816 (0,80)	6,769 (0,93)	6,575 (0,96)	s (rad/s)
Sway motion	0,060	m^2	0,246	m	0,492	m	7,891 (0,80)	7,140 (0,88)	7,004 (0,90)	s (rad/s)
Heave motion	0,009	m^2	0,095	m	0,191	m	4,335 (1,45)	4,269 (1,47)	4,140 (1,52)	s (rad/s)
Roll motion	1,19	deg^2	1,09	deg	2,18	deg	6,150 (1,02)	5,322 (1,18)	5,150 (1,22)	s (rad/s)
Pitch motion	12,63	deg^2	3,55	deg	7,11	deg	4,335 (1,45)	4,248 (1,48)	4,160 (1,51)	s (rad/s)
Yaw motion	10,64	deg^2	3,26	deg	6,52	deg	8,682 (0,72)	5,305 (1,18)	5,033 (1,25)	s (rad/s)
Surge velocity	0,849	m^2/s^2	0,921	m/s	1,842	m/s	7,041 (0,89)	6,000 (1,05)	5,807 (1,08)	s (rad/s)
Sway velocity	0,021	m^2/s^2	0,145	m/s	0,289	m/s	7,041 (0,89)	6,605 (0,95)	6,474 (0,97)	s (rad/s)
Heave velocity	0,021	m^2/s^2	0,145	m/s	0,289	m/s	3,895 (1,61)	3,859 (1,63)	3,804 (1,65)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00054	(rad/s)^2	0,02322	rad/s	0,04645	rad/s	4,335 (1,45)	4,683 (1,34)	4,553 (1,38)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00878	(rad/s)^2	0,09368	rad/s	0,18737	rad/s	3,895 (1,61)	3,947 (1,59)	3,898 (1,61)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Yaw velocity	0,00505	(rad/s) ^{^2}	0,07107	rad/s	0,14213	rad/s	4,008 (1,57)	4,411 (1,42)	4,288 (1,47)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,993	m ^{^2} /s ^{^4}	0,997	m/s ^{^2}	1,993	m/s ^{^2}	6,150 (1,02)	5,267 (1,19)	5,108 (1,23)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,046	m ^{^2} /s ^{^4}	0,214	m/s ^{^2}	0,428	m/s ^{^2}	6,150 (1,02)	6,088 (1,03)	5,959 (1,05)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,057	m ^{^2} /s ^{^4}	0,239	m/s ^{^2}	0,478	m/s ^{^2}	3,465 (1,81)	3,668 (1,71)	3,634 (1,73)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00103	(rad/s/s) ^{^2}	0,03204	rad/s/s	0,06409	rad/s/s	3,895 (1,61)	4,217 (1,49)	4,130 (1,52)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,02281	(rad/s/s) ^{^2}	0,15102	rad/s/s	0,30205	rad/s/s	3,895 (1,61)	3,770 (1,67)	3,736 (1,68)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,01084	(rad/s/s) ^{^2}	0,10413	rad/s/s	0,20825	rad/s/s	3,895 (1,61)	4,002 (1,57)	3,942 (1,59)	s (rad/s)

**0 m/s; 135 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 7,997 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	7,993	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	135,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m ^{^3}			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m ^{^2}	0,189	m	0,377	m	7,997 (0,79)	6,178 (1,02)	5,716 (1,10)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m ^{^2}	0,189	m	0,377	m	7,994 (0,79)	6,177 (1,02)	5,715 (1,10)	s (rad/s)
Added resistance	0,091	kN	--		--		3,917 (1,60)	4,156 (1,51)	4,139 (1,52)	s (rad/s)

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Surge motion	0,837	m^2	0,915	m	1,830	m	7,808 (0,80)	6,707 (0,94)	6,522 (0,96)	s (rad/s)
Sway motion	0,049	m^2	0,222	m	0,444	m	7,833 (0,80)	7,045 (0,89)	6,904 (0,91)	s (rad/s)
Heave motion	0,008	m^2	0,092	m	0,183	m	4,335 (1,45)	4,330 (1,45)	4,177 (1,50)	s (rad/s)
Roll motion	1,10	deg^2	1,05	deg	2,10	deg	6,136 (1,02)	5,372 (1,17)	5,215 (1,20)	s (rad/s)
Pitch motion	7,18	deg^2	2,68	deg	5,36	deg	4,335 (1,45)	4,261 (1,47)	4,162 (1,51)	s (rad/s)
Yaw motion	8,99	deg^2	3,00	deg	6,00	deg	8,564 (0,73)	5,495 (1,14)	5,212 (1,21)	s (rad/s)
Surge velocity	0,777	m^2/s ^2	0,881	m/s	1,763	m/s	7,039 (0,89)	5,976 (1,05)	5,797 (1,08)	s (rad/s)
Sway velocity	0,019	m^2/s ^2	0,138	m/s	0,276	m/s	7,001 (0,90)	6,491 (0,97)	6,353 (0,99)	s (rad/s)
Heave velocity	0,019	m^2/s ^2	0,138	m/s	0,276	m/s	3,465 (1,81)	3,849 (1,63)	3,788 (1,66)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00049	(rad/s) ^2	0,02209	rad/s	0,04418	rad/s	4,335 (1,45)	4,786 (1,31)	4,663 (1,35)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00498	(rad/s) ^2	0,07060	rad/s	0,14121	rad/s	3,895 (1,61)	3,929 (1,60)	3,879 (1,62)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00398	(rad/s) ^2	0,06306	rad/s	0,12613	rad/s	4,335 (1,45)	4,556 (1,38)	4,422 (1,42)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,912	m^2/s ^4	0,955	m/s^2	1,910	m/s^2	6,136 (1,02)	5,294 (1,19)	5,145 (1,22)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,040	m^2/s ^4	0,200	m/s^2	0,400	m/s^2	6,150 (1,02)	5,950 (1,06)	5,814 (1,08)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,052	m^2/s ^4	0,229	m/s^2	0,457	m/s^2	3,430 (1,83)	3,639 (1,73)	3,604 (1,74)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00089	(rad/s/ s)^2	0,02976	rad/s/ s	0,05953	rad/s/ s	4,335 (1,45)	4,335 (1,45)	4,245 (1,48)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,01308	(rad/s/ s)^2	0,11437	rad/s/ s	0,22875	rad/s/ s	3,895 (1,61)	3,750 (1,68)	3,716 (1,69)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00803	(rad/s/ s)^2	0,08960	rad/s/ s	0,17920	rad/s/ s	4,008 (1,57)	4,111 (1,53)	4,045 (1,55)	s (rad/s)

**0 m/s; 180 deg; ITTC(2 Param. Pierson
Moskowitz\Bretschneider): 7,997 s, 0,755 m**

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Modal period	7,993	s	--		--		--	--	--	
Characteristic wave height	0,755	m	--		--		--	--	--	
Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz \Bretschneider)		--		--		--	--	--	
Wave heading	180,0	deg	--		--		--	--	--	
Vessel Speed	0,0000	m/s	--		--		--	--	--	
Vessel displacement	3,640	m^3			--		--	--	--	
Vessel GMt	3,222	m	--		--		--	--	--	
Vessel trim	0,0	deg	--		--		--	--	--	

Item	m0	units	RMS	units	Significant amplitude	units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
Vessel heel	0,0	deg	--		--		--	--	--	
Transom method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Wave force method	n/a for Panel Method		--		--		--	--	--	
Added res. method	n/a for Panel Method -- added res. not calculated		--		--		--	--	--	
Pitch gyradius	1,120	m	--		--		--	--	--	
Roll gyradius	2,030	m	--		--		--	--	--	
Yaw gyradius	2,110	m	--		--		--	--	--	
Wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,997 (0,79)	6,178 (1,02)	5,716 (1,10)	s (rad/s)
Encountered wave spectrum	0,036	m^2	0,189	m	0,377	m	7,994 (0,79)	6,177 (1,02)	5,715 (1,10)	s (rad/s)
Added resistance	0,059	kN	--		--		3,917 (1,60)	4,196 (1,50)	4,175 (1,51)	s (rad/s)
Surge motion	0,612	m^2	0,782	m	1,564	m	7,707 (0,82)	6,725 (0,93)	6,548 (0,96)	s (rad/s)
Sway motion	0,024	m^2	0,154	m	0,307	m	7,292 (0,86)	6,576 (0,96)	6,421 (0,98)	s (rad/s)
Heave motion	0,005	m^2	0,070	m	0,140	m	9,097 (0,69)	5,013 (1,25)	4,718 (1,33)	s (rad/s)
Roll motion	0,90	deg^2	0,95	deg	1,89	deg	5,938 (1,06)	5,198 (1,21)	5,060 (1,24)	s (rad/s)
Pitch motion	3,35	deg^2	1,83	deg	3,66	deg	4,335 (1,45)	4,294 (1,46)	4,186 (1,50)	s (rad/s)
Yaw motion	5,82	deg^2	2,41	deg	4,82	deg	9,086 (0,69)	5,835 (1,08)	5,534 (1,14)	s (rad/s)
Surge velocity	0,563	m^2/s^2	0,750	m/s	1,501	m/s	6,847 (0,92)	6,032 (1,04)	5,863 (1,07)	s (rad/s)
Sway velocity	0,009	m^2/s^2	0,093	m/s	0,187	m/s	6,590 (0,95)	5,967 (1,05)	5,818 (1,08)	s (rad/s)
Heave velocity	0,009	m^2/s^2	0,093	m/s	0,187	m/s	4,335 (1,45)	4,094 (1,53)	3,987 (1,58)	s (rad/s)
Roll velocity	0,00042	(rad/s)^2	0,02052	rad/s	0,04103	rad/s	4,362 (1,44)	4,689 (1,34)	4,587 (1,37)	s (rad/s)
Pitch velocity	0,00230	(rad/s)^2	0,04792	rad/s	0,09584	rad/s	3,895 (1,61)	3,937 (1,60)	3,884 (1,62)	s (rad/s)
Yaw velocity	0,00228	(rad/s)^2	0,04779	rad/s	0,09559	rad/s	4,362 (1,44)	4,818 (1,30)	4,666 (1,35)	s (rad/s)
Surge acceleration	0,647	m^2/s^4	0,804	m/s^2	1,608	m/s^2	6,136 (1,02)	5,387 (1,17)	5,243 (1,20)	s (rad/s)
Sway acceleration	0,026	m^2/s^4	0,162	m/s^2	0,324	m/s^2	6,136 (1,02)	5,391 (1,17)	5,258 (1,19)	s (rad/s)
Heave acceleration	0,022	m^2/s^4	0,147	m/s^2	0,295	m/s^2	3,011 (2,09)	3,747 (1,68)	3,697 (1,70)	s (rad/s)
Roll acceleration	0,00079	(rad/s/s)^2	0,02810	rad/s/s	0,05621	rad/s/s	4,335 (1,45)	4,318 (1,46)	4,246 (1,48)	s (rad/s)
Pitch acceleration	0,00601	(rad/s/s)^2	0,07751	rad/s/s	0,15503	rad/s/s	3,895 (1,61)	3,753 (1,67)	3,720 (1,69)	s (rad/s)
Yaw acceleration	0,00414	(rad/s/s)^2	0,06436	rad/s/s	0,12872	rad/s/s	4,335 (1,45)	4,312 (1,46)	4,237 (1,48)	s (rad/s)

BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama asli Rindu Fajar Kusuma. Lahir di Kota Kediri, 19 Januari 1996. Anak perempuan satu-satunya dari tiga bersaudara. Putri yang lincah dari (Alm) Bapak Kabul Aris Budi dan Ibu Minarni. Penulis menuntaskan pendidikan di SDN Ngadirejo III Kota Kediri (2002-2008), SMPN 1 Kota Kediri (2008-2011), SMAN 1 Kota Kediri (2011-2014), dan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS. Penulis pernah mengemban amanah sebagai staff Dept. Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) HIMASISKAL FTK ITS bidang kaderisasi, menjadi

Pemandu SAMUDERA VIII untuk berkontribusi di LKMM, dan menjadi staff Labolatorium Marine Manufacturing and Design (MMD) bidang internal affair. Selain beraktivitas di bidang akademik dan managerial, penulis gemar mengikuti kegiatan volunteer di bidang pendidikan anak dan lingkungan hidup sebagai wujud kepedulian dan tanggung jawab kepada lingkungan sekitar.

Motto: *Fortis Imaginatio Generat Casum*

Email : rindufajar19@gmail.com